



# REVISTA **Ecuador**

Revista do Programa de Pós-Graduação em  
Geografia da Universidade Federal do Piauí

Apóio:



VOL. 04, N° 04, Ano 2015  
Julho/Dezembro  
ISSN - 2317-3491

## Editorial

O Volume 04, Número 04 da Revista Equador referente ao segundo semestre de 2015 que ora disponibilizamos aos nossos leitores apresenta um conjunto de artigos sobre temáticas variadas relativas à ciência geográfica.

O primeiro artigo de **LIMA & SILVA** apresenta reflexões sobre o estudo geossistêmico e seu emprego nos estudos de bacias hidrográficas.

O trabalho Diagnóstico Socioambiental da ocupação desordenada do Campo de Dunas na Comunidade Iguape/Aquiraz-Ce, de **SOUZA, MOURA & SILVA** realiza um diagnóstico integrado da ocupação do campo de dunas, na comunidade Iguape, Aquiraz/CE. O estudo aponta diversos impactos, resultantes da ocupação desordenada do espaço, tais como: i) o barramento da comunicação do rio com a área inundada, interrompendo assim a dinâmica de sedimentos; ii) a interrupção do fluxo de sedimentos eólicos pela ocupação residencial, que gera conflitos relacionados ao avanço das dunas; iii) a exposição dos sedimentos aos ventos, canalizados nas depressões interdunares, provocados pelo desmatamento da vegetação; iv) e os alagamentos sazonais intensificados pelo assoreamento da planície inundada.

**DIAS, COLEHO, OLIVEIRA & BARROS** realizaram mapeamento pedológico digital com base no relevo e treinamento por amostragem de solos desenvolvidos a partir de arenitos. Considerando as associações solo-relevo foi elaborado o mapeamento digital de solos da bacia hidrográfica, em Botucatu (SP). A presença de classes de solo representativas e distintas pela textura no mesmo grupo de atributos de relevo criado pela análise de agrupamento indicou que relevo não é fator preponderante na variabilidade textural dos solos, principal atributo de diferenciação dos solos da área de estudo.

**MEDEIROS** mapeou e analisou indicadores demográficos dos municípios piauienses, avaliando a evolução destes na última década. O estudo apontou para uma crescente concentração populacional na capital, assim como a diminuição da participação dos municípios com até 10.000 habitantes no total da população do Estado no período 2000/2010.

**MORAIS & ARAÚJO** realizaram análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da região norte do Piauí. O resultado demonstrou que as águas doces ocorrem em uma área de 201 km<sup>2</sup>, enquanto que as águas salobras e salinas ocorrem em uma área 796 e 1.180 km<sup>2</sup>, respectivamente e apresentaram correspondência espacial com as áreas de afloramento de rochas da suíte intrusiva Chaval. As áreas que apresentaram maior estimativa de ocorrência de água doce estão localizadas nas proximidades da foz dos rios Camurupim e Igaraçu, e nas demais porções da faixa litorânea a estimativa da ocorrência de STD aponta para uma salinização das águas subterrâneas, que possivelmente pode estar associado a intrusão salina devido a exploração excessiva do manancial subterrâneo.

**MORAIS** avaliou a produção e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Concluiu que: i) o setor superior da bacia do Parnaíba constitui-se a principal fonte de sedimentos; ii) um volume expressivo de sedimentos transportados pelos rios Parnaíba (alto curso), Uruçuí Preto e Rio das Balsas, fica retido na barragem da represa Boa Esperança; iii) o Rio das Balsas apresenta a maior descarga anual de sedimentos para o rio Parnaíba. Acredita-se que a instalação do comitê gestor da bacia do Parnaíba possa garantir a sustentabilidade da bacia ao promover ações de planejamento e gestão territorial com foco na conservação e recuperação dos recursos naturais.

**VELOSO FILHO** presta homenagem a Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

**RIBEIRO FILHO** homenageia professores com atuação em Geografia Física nas Universidades Federal e Estadual do Piauí.

**MORAES, MACHADO & ARAÚJO** analisam a presença do babaçu na zona urbana da cidade de Teresina - PI, identificando os principais usos da mesma. Foram diagnosticados 808 indivíduos de babaçu presentes em vias públicas, praças e parques da cidade de Teresina. A palmeira que é detentora de um potencial paisagístico e estético é indicada para uso na arborização de vias públicas e de diversas áreas verdes como parques, praças e jardins. É altamente ornamental e faz parte da composição florística e da arborização urbana de Teresina.

**RAPOSO & SENHORAS** apresentam a resenha do livro **O Espaço do Cidadão** de Milton Santos. Afirmando que a obra oferece uma leitura agradável e instrutiva, sendo amplamente recomendada como um livro clássico, tanto, para o público geral que objetiva fomentar um modelo cívico e participativo de democracia, quanto, para o público especializado de cursos de graduação e pós-graduação que objetiva compreender as contribuições de um intelectual às Ciências Geográficas e porque elas continuam possuindo uma natureza assincrônica de resposta e militância normativa em prol da sócio construção espacial da cidadania.

Pelo exposto, convidamos os leitores a acessarem e a realizarem a leitura dos produtos desta edição Vol. 4, Nº 4 da Revista Equador.

Nossos agradecimentos aos autores que confiaram à nossa Revista seus trabalhos.

Boa leitura!

*Cláudia Maria Sabóia  
Editora da Revista Equador*

---

## ESTUDOS GEOSSISTÊMICOS APLICADOS À BACIAS HIDROGRÁFICAS

Ernane Cortez **LIMA**

Prof. Dr. Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú /  
MAG-UVA

[ernanecortez@hotmail.com](mailto:ernanecortez@hotmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/3044357025575200>

Edson Vicente da **SILVA**

Professor Titular do Departamento de Geografia – UFC

[cacauceara@gmail.com](mailto:cacauceara@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/3354228537186786>

---

### **RESUMO:**

O presente trabalho constitui-se em reflexões sobre o estudo geossistêmico, sendo este o método de análise mais aplicado dentro da Geografia física, proporcionando a ciência geográfica uma aproximação entre os aspectos físicos naturais com os aspectos sociais e econômicos. Desta forma encontra-se uma vasta aplicação em estudos sobre bacias hidrográficas apontando para modelos de gestão, monitoramento, planejamento, manejo e zoneamento ambiental. Para tanto, faz-se necessário o discernimento sobre a ecodinâmica de Tricart (1977) e suas contribuições para os estudos ambientais, buscando assim, uma discussão sobre a inclusão da Teoria Geral dos Sistemas na geografia, bem como os estudos da paisagem e as contribuições do conceito de “espaço total”.

**Palavras-chave:** Geossistema. Bacia hidrográfica. Gestão ambiental.

### **GEOSSISTÊMICOS STUDIES APPLIED TO HYDROGRAPHIC BASINS**

### **ABSTRACT:**

This work is constituted in reflections on the study geossistêmico, which is the most applied method of analysis within the physical geography, providing geographical science a connection between natural physical aspects with social and economic aspects, this way lies one wide application in studies of watersheds aiming for management models, monitoring, planning, management and environmental zoning. To this end it is necessary discernment about ecodynamics of Tricart (1977) and their contributions to environmental studies, searching for a discussion on the inclusion of general systems theory in geography as well as the landscape studies and concept contributions "Total space".

**Key words:** Geosystem. Hydrographic basins. Environmental management.

## **GEOSSISTÊMICOS ESTUDIOS APLICADOS A CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

### **RESUMEN:**

Este trabajo se constituye en reflexiones sobre el geossistémico estudio, que es el método más aplicado de análisis dentro de la geografía física, proporcionando la ciencia geográfica de una conexión entre los aspectos físicos naturales con los aspectos sociales y económicos, de esta manera se encuentra una amplia aplicación en los estudios de las cuencas hidrográficas con el objetivo de los modelos de gestión, el seguimiento, la planificación, la gestión y zonificación ambiental. Para este fin, es necesario discernimiento sobre ecodinámica de Tricart (1977) y su contribución a los estudios ambientales, en busca de una discusión sobre la inclusión de la teoría general de sistemas en la geografía, así como los estudios de paisaje y las contribuciones conceptuales "El espacio total".

**Palavras claves:** Geosistema. Cuencas hidrográficas. Gestión ambiental.

### **INTRODUÇÃO**

As bases conceituais teóricas e metodológicas de análise procuram abranger a integração nos estudos sistêmicos, que atualmente busca-se dentro da geografia física uma análise complexa, holística e integrada do espaço geográfico, bem como uma compreensão e/ou uma análise espacial dos elementos físicos e sociais, seus processos, suas relações e correlações, além de investigar as entradas e saídas de energia e matéria do sistema sociedade-natureza.

Para a efetivação dos argumentos apresentados utiliza-se uma importante base teórica, evidenciada em autores que refletem conceitualmente sobre o Geossistema, Bertalanfy (1975), Christofolletti (1999), Sotchava (1960), Tricart (1977), Troppmair (1985), Capra (2000), Lima (2012).

Na Geografia física foi com a inserção da Teoria Geral dos Sistemas, a qual se parte das inter-relações entre os elementos constituintes do todo, que a mesma procurou não mais estudar fatos isolados, mas analisar interconexões entre o meio físico e o homem.

Na concepção sistêmica Sotchava (1960), é lançado o conceito de geossistema que “a principal concepção do geossistema é a integração da sociedade com a natureza” (CHRISTOFOLETTI, 1999:42). Bertrand (1972), o coloca como uma unidade de paisagem,

tornando-se uma porção territorial passiva de análise e delimitação. Monteiro (1978), o considera como um sistema complexo e singular, onde vão interagir os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, no qual os elementos socioeconômicos estão incluídos.

Partindo de uma visão integradora dos sistemas ambientais físicos e antrópicos, a abordagem sobre bacias hidrográficas pautada na análise geossistêmica, como unidade espacial-territorial para o planejamento ambiental sustentável como destaca Lima (2012).

Para Tricart (1977), um sistema é um conjunto de fenômenos que ocorrem mediante fluxos de energia e matéria, tais fluxos resultam em relações mútuas entre seus componentes. Capra (2000), resume as características-chaves do pensamento sistêmico nos seguintes critérios: a passagem das partes para o todo, o todo apresenta características ou propriedades que não podem ser compreendidas pela redução em partes menores. Assim, “As propriedades sistêmicas são destruídas quando um sistema é dissecado em elementos isolados” (CAPRA, 2000:46).

Existem critérios em relação à capacidade de deslocar a atenção nos diferentes níveis do sistema. O primeiro refere-se à capacidade de uso de um mesmo conceito para os diferentes níveis do sistema, e por último o critério da visão de mundo como uma teia de interconexão. Tais critérios demonstram a superação do pensamento sistêmico em relação ao pensamento mecanicista que vigorava no meio científico até então este que se caracteriza por uma visão mecânica do mundo, ou seja, o todo como a soma das partes.

A Teoria Geral do Sistema foi sistematizada pelo biólogo Ludwig Von Bertalanfy (1975), no entanto, a 20 ou 30 anos antes Alexander Bogdanov, já publicara trabalhos referentes ao assunto, Bogdanov denominou sua teoria como *tectologia*, podendo ser traduzida como “ciências das estruturas” (CAPRA, 2000), mas foi com Bertalanfy (1975), que esse paradigma científico foi integrado nas mais diversas ciências. Um dado importante é que a Geografia não ficou inerente a este fato, sendo considerado dentro da mesma ciência um acontecimento.

De acordo com Lima (2012), a introdução sistêmica na geografia física proporcionou-lhe uma maior clareza quanto a seu objeto de estudo, empregando uma visão holística, assim como uma aproximação nos estudos da relação homem-meio, abandonando a visão mecanicista e fragmentada dos componentes naturais.

O autor ressalta que só através do processo de elaboração de cada plano de bacia hidrográfica, há participação e acompanhamento dos trabalhos dos representantes dos setores produtivos de cada região. Com isso propiciarão o levantamento de hipóteses que atendam as

demandas regionais e locais, além de incentivar a prática de ações voltadas à melhoria e qualidade das gestões dos recursos hídricos. Outro fator importante é o desempenho político dos comitês de bacias, que através do processo de elaboração e implementação faz com que cada plano de bacias torne-se uma ferramenta fundamental aos processos de execução e construção das próprias bacias.

A exemplo, como destacado por Lima (2012), para a gestão dentro da bacia do rio Acaraú, tem-se o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú (COGERH, 2010), sendo este essencial a:

1. A gestão da demanda de água – tendo como propósito melhorar a gestão da demanda, visando ao uso eficiente da água e o equilíbrio entre oferta e demanda, contribuindo para o uso racional da água;
2. Moderação de Conflitos – propõe-se aperfeiçoar o modelo de negociação de conflitos de água, seja através da prevenção deste capacitando e conscientizando os usuários, ou da sua moderação por meio da negociação;
3. Programa de fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos – desenvolver ações com a finalidade de atender as necessidades através da logística do sistema hídrico que compõe a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH e as vinculadas como a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, criando uma rede de informações e comunicação de gestão dos recursos hídricos, como também executando atividades que visem ao fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs, com intuito de melhorar a integração entre as instituições que fazem parte do SIGERH.

O modelo de planejamento brasileiro adotado, sobretudo, após a Lei 9.433/97 (Política Nacional dos Recursos Hídricos), adverte a utilização de uma abordagem integrada envolvendo a bacia de drenagem e o conceito de ecossistema, ou seja, uma avaliação de como se desenvolvem as relações entre os meios bióticos e abióticos de uma bacia e seus recursos hídricos.

Na visão de Silva et al. (2011), o planejamento ambiental sobre o uso e gestão das bacias hidrográficas tem um sentido cada vez mais intenso nos dias atuais e as intervenções nas bacias hidrográficas têm acontecido em nível mundial com bastante acuidade. Estas por sua vez são executadas numa concepção de domínio e controle dos processos naturais. A exemplo, pode-se citar a construção de barragens de diferentes tamanhos, projetos de

irrigação, transposições de águas, enfim, interferências que acarretam ações positivas e negativas ao meio ambiente. Dessa forma surge a importância do planejamento ambiental sobre o uso das bacias hidrográficas.

Conforme Schiavetti e Camargo (2002), a Política Nacional de Recursos Hídricos é o documento norteador para a gestão das bacias hidrográficas no Brasil desde o final da década de 1990. E neste caso considera-se também um planejamento e gerenciamento das bacias hidrográficas, como destacado por Lorandi e Cançado (2008), visando conforme os autores: incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem, a partir de uma integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com foco na qualidade ambiental, a partir da otimização dos recursos naturais, com vistas a diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem.

Planejar um determinado ambiente envolve a análise das potencialidades e riscos próprios à utilização dos recursos naturais para o desenvolvimento apropriado. Através do planejamento, uma localidade é percebida conforme seu potencial de uso, levando-se em conta a questão ambiental.

Conforme estudos realizados por Franco (2001), o planejamento ambiental sugere três princípios da atuação do homem sobre o meio ambiente: preservação, recuperação e conservação. O primeiro propõe a não interferência em determinados locais, estes devem permanecer como estão. O segundo busca estagnar as agressões e recuperar ambientes degradados. O terceiro permite o uso do meio pelo homem, mas com restrições, fazendo com que o mesmo não seja degradado.

Deve-se lembrar que a percepção do conjunto é um importante requisito para o planejamento através da análise ambiental integrada, onde presume-se a consideração dos mecanismos que agregam harmonicamente a natureza, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Isso requer a adoção de metodologias e técnicas de pesquisas que tendam à compreensão concomitante e integral dos elementos que representem condições potencialmente positivas ou limitativas para o uso dos recursos naturais.

Como fica claro em Troppmair (1985), quando afirma “[...] como Geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades” (TROPPMAIR, 1985:125). Ficando clara a visão sistêmica e as análises voltadas para a integração de seus elementos, estudando sua dinâmica e

seus processos de forma integrada, levando em consideração a ação do homem sobre o seu meio em uma relação mútua de interdependência.

A Teoria Geral dos Sistemas nas bases teóricas da geografia física faz com que a mesma abandone os estudos fragmentados e isolados da natureza e parta para estudos de síntese, holísticos e integrados no qual está inserido as ações antrópicas. Com isso surge na década de 1960 com Sotchava o termo geossistema, e posteriormente, analisado por Bertrand como unidade de paisagem temporo-espacial de A. Cailleux e J. Tricart. (1952). Para Veadó (1995), o conceito de geossistema possibilitou a geografia física um método com base científica mais sólida, e por ser integrado tem que levar em consideração “os fatos que tornam o ambiente físico-humano interdependente” (VEADO, 1995:39).

O estudo dos geossistemas como unidade de análise da paisagem em Bertrand (1972), assim como Tricart (1977), Cristofolletti (1979), e Troppmair (1989), partiram de uma concepção de geossistema como unidade territorial analisável e delimitável. Portanto, faz-se necessário uma rápida abordagem sobre a categoria paisagem ligada aos estudos geossistêmicos.

A categoria paisagem tem seu desenvolvimento intrincado com o desenvolvimento da própria geografia, apresentando em sua definição uma dicotomia ligada aos aspectos naturais e aos aspectos sociais. Christofolletti (1999), ao apresentar algumas proposições sobre paisagem a coloca relacionada com a palavra francesa *paesaggio*, ligada às pinturas da natureza durante a Renascença, já no século XVII encontram-se as bases para a Landschaftskund, considerada sobre uma perspectiva territorial, como expressão espacial das estruturas realizadas na natureza e pelas leis científicamente analisáveis.

Os estudos envolvendo esse conceito mais voltado para os aspectos naturais proporciona Sauer (1975), a considerar paisagem natural e paisagem cultural, em um contexto mais único da geografia, “os objetos que existem juntos na paisagem existem em inter-relação” (SAUER, 1975:22). Para Bertrand (1968), a paisagem.

É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004:141).

A paisagem, portanto, é dinamicamente constituída pela combinação das inter-relações de seus elementos, Troppmair e Galina (2006), colocam que as estruturas, as inter-relações e a

dinâmica que ocorrem naquela determinada porção do espaço ou naquela área constituindo um geossistema. A partir desse ponto, pode-se considerar a fisionomia daquela área que é a própria paisagem vista como sistema, como unidade real e integrada.

A paisagem vista como herança, em todos os sentidos da palavra, como “herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades.” (AB’SABER, 2005:09) torna responsável, ética e culturalmente pela sua conservação. Este tipo de responsabilidade envolve o uso e ocupação, o planejamento e ordenamento territorial visando o desenvolvimento sustentável.

Contudo, objetiva-se aqui discutir o geossistema como estudos da paisagem e não discorrer de maneira mais aprofundada sobre essa categoria, uma vez que ao se pretender realizar tal discussão necessária se faria uma discussão epistemológica sobre esse conceito tão ambíguo e complexo como o próprio fazer geográfico. Para Vitte (2007), “[...] uma discussão sobre a categoria paisagem remete-nos ao processo de institucionalização da geografia como ciência, ciência essa que elege a superfície da terra em seus aspectos físicos e humanos como campo de estudo.” (VITTE, 2007:71).

Tricart (1977), através da classificação ecodinâmica e sua aplicação no estudo da paisagem propõe três tipos de meios morfodinâmicos: meios estáveis, meios intergrades ou de transição e meios fortemente instáveis. Suas principais características são:

- Meios estáveis – predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, o modelado evolui lentamente de forma dificilmente perceptível, a cobertura vegetal é densa o suficiente para opor-se e frear a ação da dissecação.
- Meios intergrades ou de transição – a pedogênese e morfogênese agem em conjunto no mesmo espaço, ora uma se sobrepõe sobre outra, ora uma age de modo concorrente sobre a outra.
- Meios fortemente instáveis – nesses meios há a predominância da morfogênese sobre os demais elementos.

Para Ross (2009), a ecodinâmica de Tricart (1977), proporciona uma visão integrada da natureza e da sociedade, principalmente da ação da natureza sobre a sociedade. De acordo com Tricart (1977), a ecodinâmica “baseia-se no instrumento lógico e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente” (TRICART, 1977:32). Tal classificação como afirma Tricart permite introduzir critério de ordenamento e de gestão territorial. No entanto, como enfoca Ross (2009), embora

seja de extrema importância para o planejamento “agroambiental e regional-ambiental”, essa classificação mostra-se insuficiente para o planejamento ambiental, visto que ele requer um conhecimento mais amplo das dinâmicas existentes nas relações sociais. Mas atrelado às concepções do conceito de geossistema de Sotchava (1977) e Bertrand (1968), mostram-se eficazes no que diz respeito ao zoneamento geoambiental.

Já para Bertrand (1968), a escala é a etapa fundamental nos estudos da paisagem. Para o autor paisagem é classificada em unidades superiores e inferiores, as superiores são: zona, domínio e região natural; e as inferiores: geossistema, geofácies e geótopos. Nas unidades superiores o que mais interessa aos geógrafos é o relevo e o clima e acessoriamente as grandes massas de vegetação, enquanto nas unidades inferiores o geossistema que está entre a quarta e a quinta ordem de grandeza citada por Bertrand (1972), baseada em A. Cailleux e J. Tricart. (1952), é nele que ocorrem os fenômenos que mais agem sobre a paisagem. Tais fenômenos são os que mais interessam aos geógrafos.

Sotchava (1960), coloca o geossistema como um complexo natural territorial, abrangendo extensas áreas, no entanto, esse termo torna-se bastante vago e flexível como destaca Troppmair e Galina (2006), sendo utilizado com conteúdo, metodologia e diferentes enfoques, assim como escalas e definições vagas. (Sotchava (1977; 1978), propõe uma hierarquia taxonômica do geossistema na qual há uma variação espacial que ocorre do nível planetário para o topológico, perpassando pelas unidades intermediárias ou regionais. Dessa forma há um padrão de hierarquização taxonômica que é construída através de duas categorias que a princípio são excludentes e ao mesmo tempo interdependentes na estruturação dos geossistemas; os geômeros (estruturas homogêneas) e geócoros (estruturas heterogêneas).

Vale destacar que homogeneidade e heterogeneidade estão integradas em cada geossistema. Portanto, em um espaço considerado como homogêneo, ou com estruturas homogêneas, apresenta também características de heterogeneidade, ou estruturas heterogêneas.

Estudos sobre bacias hidrográficas pautada numa concepção de estudos integrados e de análise geossistêmica, por meio de Sotchava (1970), Bertrand (1968) e na ecodinâmica de Tricart (1977), possibilitam subsídios para análise geoambiental, com ênfase na gestão ambiental voltada para o desenvolvimento sustentável.

No entanto, não existe uma fórmula a ser seguida para os estudos geossistêmicos, assim como não existe uma única metodologia na geografia, tudo depende do tipo e do objetivo da pesquisa. Tais pesquisas podem girar em torno da mesma temática mas cada uma

apresentará particularidades próprias, não só pela tendência do pesquisador mais também pelas características da própria pesquisa, como elucida Veadó (1995).

Contudo, alguns procedimentos devem estar presentes em qualquer estudo que tenha como base o geossistema: a cronologia, a descrição dos processos, e a prognose. A cronologia é o estudo temporal das inter-relações dos componentes do geossistema; a descrição dos processos que atuam e atuaram no geossistema implica em observar os fluxos de matéria e energia numa sequência temporal, cujo resultado será a existência de um distúrbio nas estruturas (processos de correlações entre os componentes de um determinado sistema), que significará mudanças na paisagem em um dado período de tempo. Os estudos dos processos existentes em um determinado geossistema, tendo em vista sua evolução temporal, tornam-se base para planejamentos futuros ou prognose, vislumbrando um planejamento atual e futuro das organizações espaciais - territoriais.

Todavia, os estudos sobre bacias hidrográficas apresentam as características cronológicas espaciais com a descrição dos processos atuantes em sua estrutura. Os fluxos de matéria e energia existentes e que se alteram tanto no tempo como no espaço, assim como os processos de retroalimentação entre seus subsistemas, representam a evolução da paisagem no tempo, bem como sua diferenciação no espaço. Isso faz com que os estudos das bacias hidrográficas sejam baseados no conceito de geossistema, uma vez que a base para uma prognose de gestão e planejamento das organizações espaciais temporais provocadas pelos processos nas estruturas possibilite estudos de referência para o ordenamento e planejamento territorial e desenvolvimento sustentável, influenciando as decisões políticas de uso dos recursos naturais, principalmente no condizente aos recursos hídricos.

## **METODOLOGIA**

A metodologia da pesquisa baseou-se em levantamentos bibliográficos de modo mais conceitual, sendo acompanhada de reflexões acerca do conceito de bacias hidrográficas como suporte territorial para o planejamento ambiental, e instrumento para as políticas ambientais, visando o desenvolvimento sustentável em consonância com o processo de articulação para tomadas de decisões sobre o ordenamento territorial que visem um rumo para adequar às ações e intervenções dos governos e dos agentes econômicos e atores sociais, aos sistemas naturais.

Vale ressaltar que a percepção do conjunto é um importante requisito para a análise ambiental integrada, presume a consideração dos mecanismos que integram harmonicamente a natureza, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Isso requer a adoção de metodologias e técnicas de pesquisas que visem à compreensão concomitante e integral dos elementos que representem condições potencialmente positivas ou limitativas para a utilização dos recursos naturais.

Pesquisas desenvolvidas em bacias hidrográficas com perspectivas sistêmicas e integradas, viabilizam a elaboração de propostas e efetivação de ações mais embasadas na dinâmica e funcionamento da bacia, promovendo limitações de uso dos recursos naturais pautados nas potencialidades e limitações dos mesmos.

## **O CONCEITO DE “ESPAÇO TOTAL” E ANÁLISE GEOABIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.**

Os estudos geoambientais integrados visam não somente uma análise dos elementos, mas interconexões existentes entre eles. A análise geoambiental de acordo com Lima (2012), deve ser “considerada como um estudo unificado das ciências da terra”, buscando uma “percepção holística do meio” como destaca Nascimento e Sampaio (2004; 2005). Ross (2009), destaca que “o pressuposto dessa abordagem é elaborar uma análise integrada dos componentes naturais e o uso que a sociedade faz dele.”

Para a abordagem citada, sugere-se o entendimento sobre “espaço total” de Ab’Saber (1993), sendo este historicamente acumulativo. Para isso, “é a acumulação das ações antrópicas sobre ações antrópicas de diferentes épocas, e sobre uma natureza que é a base, é o suporte ecológico de todas as atividades [...]” Ab’Saber (1993). Nesta perspectiva Ab’Saber (1994), o define como um “mosaico de componentes introduzido pelo homem ao longo da história, na paisagem de uma área considerada participante de um determinado território”.

Ross (2009), afirma que as decisões políticas e estratégicas que tem como base o “espaço total” devem ter como ancora o diagnóstico socioambiental, que para este último se faz necessário uma visão integradora entre a sociedade e a natureza, tendo em vista as fragilidades e os potenciais dos ambientes naturais como também os antropizados.

O “espaço total” visto como a ação antrópica acumulativa ao longo do tempo sobre a paisagem em um determinado território, tendo a natureza como mercadoria, e a ação antrópica como provocadora de alterações na paisagem fazendo surgir novas organizações espaciais.

Neste pressuposto muito se completa os estudos integrados sobre bacias hidrográficas, tendo em vista que esta seja uma unidade territorial utilizada para planejamento ambiental, que pode estar ancorado na análise geoambiental.

Para Granjeiro (2004), a análise geoambiental é pressuposta inicialmente por uma análise temática dos componentes geoambientais do meio natural. Este seria de acordo com Sousa (2007), baseado em Nimer (1986) e Silva (1987), o primeiro dos três níveis de análise, o analítico, o sintético e o dialético. O primeiro “serve para identificar os componentes geoambientais e seus atributos e propriedades e o contexto sócio econômico” (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004/2005:177).

Para Souza e Oliveira (2011), o primeiro nível, o analítico é constituído por estudos setorizados, buscando identificar e interpretar os componentes geoambientais, sendo uma etapa indispensável ao conhecimento integrado do meio ambiente. É através dele que se chega aos demais níveis, tanto ao sintético como ao dialético. Tais estudos são de “natureza geológica, geomorfológica, climatológica, hidrológica, pedológica e fitoecológica” (SOUZA; OLIVEIRA, 2011: 44). Esses estudos podem ser representados tematicamente através da cartografia.

O segundo nível de análise caracteriza-se pelos arranjos espaciais provocadas pela ação antrópica, e o terceiro confronta as potencialidades e limitações de cada unidade em relação ao uso e ocupação da mesma, assim como também os problemas decorrentes desta relação. Diante do exposto o conceito de “espaço total” pode estar relacionado com os dois últimos níveis de análise, pois o mesmo se vincula a concepção de alterações nas organizações dos arranjos espaciais provocados pelo mosaico de elementos introduzidos pelo homem ao longo do tempo, que culmina com o terceiro nível de análise. Este último nível confronta as potencialidades e limitações de uma dada área no tempo e no espaço, correlacionada com a introdução dos elementos implementados pela sociedade, e os problemas decorrentes desta correlação.

Nascimento e Sampaio (2004; 2005), destacam que para a realização de uma análise geoambiental são necessários alguns requisitos básicos, tais como:

- Promoção de diagnósticos integrados.
- Execução do geoprocessamento para produção geocartográfica.
- Levantamento e avaliação do potencial dos recursos naturais.
- Prognose da evolução do quadro geoambiental em função dos processos ocorridos em sua estrutura.

- Promover macro e micro zoneamento geoambientais e/ou socioambientais.

O diagnóstico integrado dos componentes geoambientais e os processos em sua estrutura vão além dos estudos setorizados, exigem uma análise que leve também em consideração as interconexões existentes entre os elementos e os fluxos de energia e matéria. O geoprocessamento possibilita representar cartograficamente os componentes geoambientais integrados, apontando o potencial dos recursos naturais, assim como suas fragilidades.

Neste requisito pode beneficiar-se da ecodinâmica de Tricart (1977), que através do levantamento e avaliação dos recursos naturais, poder-se-ia colocar tal ambiente como, estável, de transição ou fortemente instável. Feito isso se estabelece prognose no condizente a evolução do quadro geoambiental que ocorre em função dos processos em sua estrutura, e o zoneamento ambiental e/ou geoambiental pautado e ancorado nos requisitos anteriores.

Portanto, a análise geoambiental aplicada à bacias hidrográficas através do zoneamento ambiental, aportados nos conceitos de “espaço total”, de estudos integrados, de análise geoambiental e seus níveis de análise seguindo os requisitos básicos. Isso possibilita a contribuição com o gerenciamento e o planejamento de uso e ocupação adequado, assim como base para tomadas de decisões políticas, que tenham como objetivo a gestão em bacias hidrográficas.

## **BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

A bacia hidrográfica vista como sistema “[...] evidencia as relações de seus elementos físicos e biogeográficos no contexto espacial, como também das variáveis socioeconômicas” (LOURENÇO, 2013: 29). Dessa forma tem-se na bacia hidrográfica uma unidade espacial importante para gerenciamento que envolva a conservação dos recursos naturais, ou o grau de degradação devido a práticas de uso desses recursos.

Bacia hidrográfica de acordo com Rodriguez (2005), pode ser definida como uma totalidade sistêmica. Tal totalidade é formada por interações e articulações dos vários sistemas ambientais, ecossistemas, geossistemas e sociossistema. Para Nascimento e Villaça (2008), são unidades espaciais de fácil reconhecimento assim como de fácil caracterização, considerando que não há nenhuma área da superfície terrestre que não esteja inserida em uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar as ações humanas que atuam modificando o

equilíbrio existente. Tonello (2005), afirma que a bacia hidrográfica deve ser considerada como unidade de planejamento buscando a preservação dos recursos hídricos.

A escolha dessas conceituações de bacias hidrográficas foi pautada na premissa de têla como unidade espacial para planejamento e gestão ambiental. No entanto, existem inúmeros conceituações como a de Araújo; Almeida; Guerra (2005), Barella (2011), Christofoletti (1999), dentre outros. As concepções desses autores têm em comum a bacia hidrográfica como área drenada pelo rio principal e seus afluentes, com os divisores responsáveis pela captação de água e devido à força da gravidade e transporte das áreas mais elevadas para as mais baixas. Doravante as primeiras conceituações são as que mais se adequam ao presente trabalho.

Autores como Pires; Santos e Del Prete (2008:17), destacam que “o conceito de bacia hidrográfica vem sendo cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental”. Lourenço (2013), citando Lanna (2005) destaca que a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão apresenta vantagens e desvantagens, sendo as vantagens “a rede de drenagem de uma bacia consiste em caminhos para o entendimento das relações de causa-efeito, especificamente, aquelas relacionadas ao meio hídrico” (LOURENÇO, 2013:36), já as desvantagens acontece “quando a gestão chocasse com a burocracia dos limites estaduais e municipais que não respeitam os divisores da bacia, e consequentemente, as relações de causa-efeito, de caráter econômico político” (LOURENÇO, 2013:36).

Pires; Santos e Del Prete (2008), colocam como problema o fato da bacia não ser “apropriada para estudos da dinâmica trófica” que envolve o deslocamento de animais na paisagem, e também da mesma não ser adequada por muitas vezes para análise socioeconômica que extrapolam seus limites, tendo em uso os limites estaduais ou municipais para tais análises.

A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade de estudo e gerenciamento com o objetivo da conservação dos recursos naturais, em consonância com o conceito de Desenvolvimento Sustentável, devem procurar atingir três metas básicas (PIRES; SANTOS & DEL PRETE. 2008).

1<sup>a</sup> Desenvolvimento econômico.

2<sup>a</sup> Equidade social, econômica e ambiental.

3<sup>a</sup> Sustentabilidade ambiental.

Tais metas mostram a interdependência do desenvolvimento econômico e social em longo prazo com a proteção do meio ambiente físico, deixando clara a preocupação com a degradação e a manutenção dos sistemas e subsistemas presentes na bacia hidrográfica. Portanto, as políticas públicas que visam o gerenciamento de modo sustentável dos recursos naturais são significativas frente à frenética mercantilização da natureza. O gerenciamento da bacia hidrográfica ocorre quando “a gestão ambiental utiliza a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção” (LIMA, 2012:51).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Fica evidente que a abordagem geossistêmica como método de análise em bacias hidrográficas através da Geografia física contribui de modo positivo, contundente e dando possibilidade de análise para o planejamento e gestão do espaço geográfico.

Os estudos geoambientais integrados no contexto de bacias hidrográficas, voltados para planejamento e ordenamento territorial, podem ser basilares para políticas públicas que visam um melhor uso e ocupação do território, buscando o desenvolvimento sustentável. No presente trabalho, apresentou-se considerações relevantes condizentes com os estudos geoambientais aplicados à bacias hidrográficas, absorvendo de várias fontes bibliográficas.

Pôde-se discutir como se deve proceder tais estudos, tais procedimentos não devem ser encarados de forma definitiva nem tampouco como regra fixa. Esses procedimentos devem ser adaptados de acordo com o objeto de pesquisa, assim como, os objetivos que se pretende alcançar. No entanto, como colocado no decorrer no texto alguns critérios são básicos, para que se possa direcionar os estudos geoambientais.

Contudo, os estudos geoambientais aplicados às bacias devem-se ter como unidade territorial, como sistemas onde há trocas de matéria e energia, onde os elementos constituintes de tal sistema estão em constante dinâmica, provocando mudanças na paisagem. Dessa forma o conceito de “espaço total” que ver a paisagem como resultado de um processo acumulativo do mosaico de elementos introduzido pelo homem ao longo do tempo, visto que possibilite auxiliar tais estudos dentro de uma lógica mais socioeconômica atuante sobre os demais elementos geoambientais, que configuram a paisagem.

Acredita-se, portanto, que esse pequeno trabalho venha a contribuir positivamente para a elaboração de pesquisas a nível de graduação, mestrado e doutorado que abordem essa

temática aparentemente simples, mas que ainda necessita de certa forma ser esmiuçada para melhor compreensão, entendimento e aplicação.

## **BIBLIOGRAFIA**

**AB'SABER, A. N. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos.**

In: MULLER-PLANTENBERG, C; AB'SABER, A. N. (Orgs.) Previsões de impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. São Paulo: Edusp, 1994.

**AB'SABER, A. N. O conceito do espaço total e a problemática da reorganização dos espaços regionais.** XIV SEMAGEO – 1993. Conferência de AberturaIn/ LOCH, R; CAMPOS, N. (Orgs.) Resgate Histórico das Semanas de Geografia da UFSC. Florianópolis: Imprensa da UFSC, 1995.

**AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

**ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas.** Rio de Janeiro/RJ: Bertrand, 2010.

**BARRELA, W. As relações entre mata ciliar os rios e os peixes.** In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed) Mata Ciliar: Conservação e recuperação. 2.Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

**BERTALANFY, Ludwig von. Teoria Geral dos Sistemas.** Petrópolis: Ed. Vozes, 1975.

**BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Global. Esquisse Méthodologique.** Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest. Toulouse, france. 39(3). 1968. p. 249-272.

**BERTRAND, George - Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico.** Un. de São Paulo, Inst. de Geografia, Cadernos de Ciências da Terra, nº 18, 1971, pp. 1-27.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. Cultrix, São Paulo, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1<sup>a</sup> edição – São Paulo: editora Blucher, 1999.

COGERH (BRASIL). **Planos de Bacias**. 2010. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/planos-de-bacias/category/57-sintese-do-relatorio-final?download=181:bacia-do-acarau-sintese-do-relatorio-final>>. Acessado em: 10. Nov. 2015.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2 ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001.

GRANGEIRO, C. M. M. **Base conceitual da organização ambiental: a bacia hidrográfica como categoria de análise do planejamento de uso da natureza semi-árida**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, Ceará. 2004.

LIMA, E. C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal Do Ceará – UFC. Fortaleza. 2012.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico físico-conservacionista como apporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçú (CE) – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2013.

LORANDI, R & CANÇADO, C. J. **Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas**. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2002. cap.2. OU 2008?

NASCIMENTO, F. R; SAMPAIO, J. L. F. **Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem**. Revista da casa da geografia de Sobral, Sobral. V. 6/7, n 1, p. 167-179, 2004/2005.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G.. **Bacias hidrográficas: Planejamento e gerenciamento.** Publicado na revista eletrônica da associação dos Geógrafos Brsileiros, Tres Lagoas, n. 7, maio de 2008.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E.; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais.** In: SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F.M. (orgs.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, BA. Editus, 2008.

ROSS. J. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SAUER, C. O. **A morfologia da paisagem.** Publicado originalmente como "The morphology of landscapc", University of California, publications in Geography, vol. 12, nº 2 , 1925, pp. 19-54. Traduzido por Gabriele Corrêa Braga, bolsista CNPq/UERJ. Revisão de Roberto Lobato Corrêa, Departamento de Geografia, UFRJ.

SOTHAVA, V. B. **O método em questão. O estudo dos geossistemas.** Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. São Paulo. 1977.

SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. de A. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas: Planejamento e gestão de Bacias Hidrográficas - Tomo 1** – Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149 p. il.; ISBN: 978-85-7282 434-7 (Coleção Estudos Geográficos, 7)

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas:** teorias e aplicações. Ilhéus, Ba: Editus, 2002. 293p. : il.

TONELLO, K. C.. **Analise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** Dissertação (Mestrado em Ciências florestal). Programa de Pôs Graduação em Ciência Florestal, Universidade federal de Viçosa, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.

TROPPMAIR, H. GALINA M. H. **Geossistemas**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006.

TROPPMAIR, H. **Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de Geografia Integrada**. Simpósio de Geografia Física Aplicada. Bol. de Geografia Teorética 15 (29-30): 63-69, Rio Claro, 1985.

VEADO, Ricardo ad-Víncula. **O Geossistema: embasamento teórico e metodológico** (Relatório de qualificação). UNESP: Rio Claro, 1995.

VITTE, A. C. **O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11, 2007.

---

## DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA OCUPAÇÃO DESORDENADA DO CAMPO DE DUNAS NA COMUNIDADE IGUAPE/AQUIRAZ-CE

Roneide dos Santos **SOUSA**

Doutoranda em Geografia na Universidade Federal do Ceará

roneide\_2@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/7650255220053901>

Pedro Edson Face **MOURA**

Universidade Federal do Ceará – UFC/PPGEO

[pedroedson18@gmail.com](mailto:pedroedson18@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/0451626087961418>

Raianny Sara Ferreira da **SILVA**

Universidade Federal do Ceará – UFC/PPGEO

[raianneysara@gmail.com](mailto:raianneysara@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/613556574398183>

---

### **RESUMO:**

Este artigo tem por objetivo geral realizar um diagnóstico integrado da ocupação desordenada do campo de dunas, na comunidade Iguape, Aquiraz/CE, apontando os principais impactos causados por esta ocupação. O método de abordagem adotado é o sistêmico, a partir deste partiu-se da escolha do tema, definição da área e fundamentação teórica. As etapas seguintes referem-se ao levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico, estudo dos principais impactos ambientais, elaboração dos mapas temáticos, processamento digital dos dados e elaboração de perfis da área em estudo, bem como conversas informais com moradores e trabalhos de campo. Como conclusão, destaca-se quatro principais alterações da dinâmica natural do campo de dunas devido a ocupação desordenada em ambientes considerados de alta fragilidade, próximo à costa, a citar: o barramento da comunicação do rio com a área inundada, interrompendo assim a dinâmica de sedimentos; a interrupção do fluxo de sedimentos eólicos pela ocupação residencial, que gera conflitos relacionados ao avanço das dunas; a exposição dos sedimentos aos ventos, canalizados nas depressões interdunares, provocados pelo desmatamento da vegetação; e os alagamentos sazonais intensificados pelo assoreamento da planície inundada. Por fim, espera-se que o estudo sirva para subsidiar outras pesquisas que visem o planejamento da ocupação humana nessa área.

**Palavras-Chave:** Zona Costeira. SIG. Socioambiental. Impacto Ambiental. Dunas.

## ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF OCCUPATION DISORDERLY DUNES COURSE IN THE COMMUNITY IGUAPE / AQUIRAZ -CE

### ABSTRACT:

This article has the objective to achieve an integrated diagnosis of disorderly occupation of the dune field in the community Iguape, Aquiraz/CE, pointing out the main impacts of this occupation. The adopted method of approach is systemic, from this starting point was the choice of theme, setting the area and theoretical foundation. The following steps are for the survey and analysis of bibliographic and cartographic material, study of the major environmental impacts, preparation of thematic maps, digital data processing and drafting of the study area profiles as well as informal conversations with residents and field work. In conclusion, it highlights four major alterations to the natural dynamics of the dune field due to desornada occupation considered high fragility environments near the coast, quote: the river of communication bus to the flooded area, interrupting the dynamics of sediments; stopping the flow of aeolian sediment for residential occupancy, which generates conflicts related to the advance of the dunes; the exposure of sediment to the winds, channeled in the inter-dune depressions, caused by deforestation of vegetation; and seasonal flooding intensified by the silting of the flood plain. Finally, it is expected that the study will serve to subsidize other research aimed at planning of human settlement in this area.

**Keywords:** Coastal Zone. SIG. Socioambinetal. Environmental impact. Dunes.

## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE OCUPACIÓN DUNAS DE CURSO EN LA COMUNIDAD IGUAPE DESORDENADA / AQUIRAZ -CE.

### RESUMEN:

Este artículo tiene el objetivo de lograr un diagnóstico integral de la ocupación desordenada del campo de dunas en la comunidad Iguape, Aquiraz/CE, señalando los principales impactos de esta ocupación. El método adoptado de enfoque es sistémico, desde este punto de partida fue la elección del tema, el establecimiento de la zona y el fundamento teórico. Los pasos siguientes son para el estudio y análisis de material bibliográfico y cartográfico, estudio de los principales impactos ambientales, elaboración de mapas temáticos, procesamiento digital de datos y elaboración de los perfiles de la zona de estudio, así como conversaciones informales con los residentes y trabajo de campo. En conclusión, se destacan cuatro grandes alteraciones en la dinámica natural del campo de dunas debido a desornada ocupación considerada entornos de alta fragilidad cerca de la costa, cita: el río del bus de comunicación a la zona inundada, interrumpiendo la dinámica de sedimentos; detener el flujo de sedimentos eólicos para la ocupación residencial, lo que genera conflictos relacionados con el avance de las dunas; la exposición de los sedimentos a los vientos, canalizado en las depresiones entre las dunas, causadas por la deforestación de la vegetación; y las inundaciones estacionales intensificado por la colmatación de la llanura de inundación. Por último, se espera que el estudio servirá para subsidiar otras investigaciones dirigidas a la planificación de los asentamientos humanos en esta área.

**Palabras clave:** Zona costera. SIG . Socioambinetal . Impacto ambiental . Dunes.

## INTRODUÇÃO

A atual ocupação dos espaços litorâneos e sua utilização para fins econômicos vêm gerando impactos e provocando alterações com degradação da paisagem e dos ecossistemas, podendo chegar à própria inviabilidade das atividades econômicas diante do quadro de expansão desordenada. (SILVA, 1998). Esses impactos induzidos pela pressão antrópica podem trazer sérios problemas, sendo muitas vezes superior a capacidade de suporte dos sistemas naturais, exercendo pressões no ambiente ou produzindo impactos negativos.

Dessa forma, as áreas costeiras naturalmente possuem uma tendência maior a instabilidade, segundo as propostas de Tricart (1977) quando se discute acerca a vulnerabilidade, pela própria dinâmica, em conjunto com as diversas formas de usos que lhe são impostas, contribuem para o aumento dessa instabilidade. Essa instabilidade é parte resultado da complexa relação entre os diversos componentes geoambientais, tais como o processo de transporte de sedimentos eólicos. Segundo Meireles (2012), verifica-se que a dinâmica costeira é completamente dependente do aporte de areia proveniente das dunas. O que leva a constatar essa inter-relação e interdependência acentuada entre esses elementos. Portanto, qualquer alteração desacompanhada de estudos de impactos ambientais, sérios e comprometidos com a “qualidade dos serviços ecossistêmicos” (RODRIGUES et al 2013), será seguida de impactos negativos tanto sociais quanto econômico.

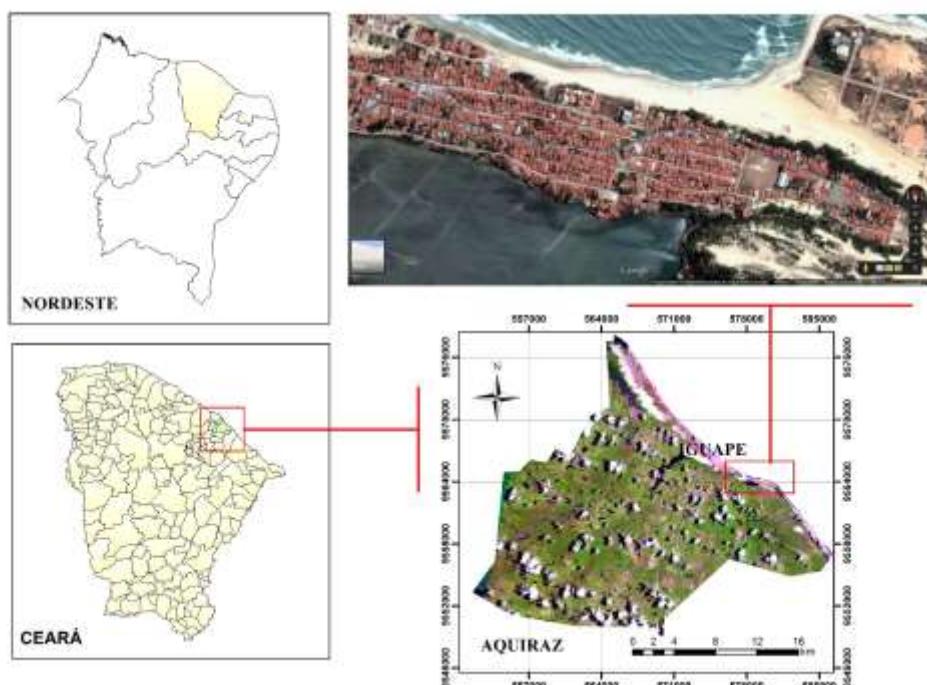
Dante do exposto, entende-se que a caracterização e o estudo dos ambientes costeiros atuais e passados são de fundamental importância, pois, além de reconstituir a história geológica do ambiente, fornece informações que podem propiciar intervenções que minimizem o impacto negativo para a sociedade e futuras gerações, sobretudo no que diz respeito à ocupação. (FLORENZANO, 2008).

As pressões causadas a partir dos efeitos da expansão dos núcleos urbanos, indústrias do turismo, concentração e crescimento populacional e, a médio prazo, acumuladas com as alterações climáticas globais, estão submetendo os campos de dunas e demais sistemas litorâneos a uma desordem ambiental. Diante disso, os aspectos econômicos vinculados à indústria do turismo estão ameaçados pela artificialização da paisagem litorânea, possivelmente interferindo no fluxo turístico através do processo acelerado de artificialização das dunas. (MEIRELES, 2012)

A área de estudo localiza-se em Aquiraz, município do estado do Ceará, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza. Situada na costa leste do litoral cearense (Figura 01). A

referida comunidade está inserida no distrito de Jacaúna, no litoral leste do município de Aquiraz, a 38 km de Fortaleza. Do ponto de vista morfo-estrutural, está localizado na margem de direção NW/SE do litoral do Ceará, (SALES E PEULVAST, 2006). Apresenta-se, geologicamente, sob terrenos cenozoicos do período tercio-quaternários (BRANDÃO, 2014). Possui uma predominância de neossolos flúvicos e quartzarênicos, apresentando também solos indiscriminados de mangue, argissolos e latossolos (PEREIRA e SILVA 2007). Possui clima controlado pelos principais sistemas causadores de chuva do litoral do Nordeste, principalmente a Zona de Convergência Intertropical (CAVALCANTE et al 2009), provocando chuvas mais concentradas no primeiro semestre do ano, dentro da quadra chuvosa que vai de fevereiro a maio (ZANELLA, 2007).

Figura 01: Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

A área de análise possui indicadores de que a ocupação irregular ocasiona danos ao ambiente litorâneo. Nesta perspectiva, o presente trabalho mostra-se de fundamental importância para o conhecimento sobre as alterações ambientais existentes na Vila do Iguape, Aquiraz/CE, bem como propor sugestões para a uma educação ambiental voltadas a população na área. A comunidade, no entanto, se desenvolveu em torno dos campos de dunas, localizada em uma pequena enseada do litoral cearense, onde o contato das águas da lagoa

costeira, com o mar resultou na formação de um ambiente estuarino onde se desenvolveu a vegetação de mangue e que hoje encontra-se bastante degradada pela construção de salinas, ocupação das margens e recentemente pela implantação de fazendas de camarão.

Contudo, a pesquisa tem por objetivo geral realizar um diagnóstico integrado da ocupação desordenada do campo de dunas, na comunidade Iguape, Aquiraz/CE, apontando os principais impactos causados por esta ocupação. Por objetivos específicos buscou-se conhecer as unidades geoambientais presentes na porção costeira da comunidade Iguape, destacando os campos de dunas; elaborar perfis sínteses para auxiliar na compressão do processo de ocupação sob o campo dunar e adjacências. E por fim, propor medidas que visem minimizar os impactos desta ocupação de forma que a população possa conviver de forma harmônica com o meio ambiente. Nesta perspectiva, o presente trabalho mostra-se de fundamental importância para o conhecimento sobre as alterações ambientais existentes, bem como os impactos advindos da mesma.

## **A OCUPAÇÃO DO LITORAL CEARENSE**

O litoral do Estado do Ceará tem sofrido diversos impactos envolvendo atividades e ocupação desordenada. O ambiente costeiro como já mencionado anteriormente possuem uma maior instabilidade, dessa forma a comunidade do Iguape - Aquiraz/CE, no litoral cearense tem sofrido a interferência no sistema natural através da ocupação desordenada. Dessa forma, torna-se crucial entender o processo a qual se deu a ocupação da zona costeira.

A ocupação do litoral cearense teve uma maior expansão a partir do final do século XIX, isso após tentativas de colonização feitas anteriormente a este período, visto como setor econômico, pois o sertão era quem detinha uma maior exploração através da pecuária extensiva. (AQUASIS, 2003)

No final do século XX, a concentração populacional vai tendo um maior crescimento, em torno da então capital administrativa Fortaleza, onde o escoamento dos produtos agropecuários, o algodão e outros produtos vão propiciar o setor sócio-econômico, contribuindo para o deslocamento populacional para a capital e as áreas em torno de Fortaleza. (AQUASIS, 2003)

No século XX, a ocupação vai se intensificando, o litoral passa a ser notado como espaços para construção de segunda residência, assim como o aumento de pescadores, promovendo a ocupação destas áreas. Com o aumento da ocupação de forma desordenada, as

condições naturais passam a ser cada vez mais alteradas, causando impactos ambientais e comprometendo as comunidades situadas na faixa litorânea.

Atualmente os estudos voltados a ocupação no litoral mostram o quanto as áreas costeiras estão sofrendo desequilíbrio, provenientes da construção de casas em locais onde deveria ser de total preservação.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O método de abordagem adotado é o sistêmico, uma vez que considera a paisagem como resultante da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais reagem dialeticamente uns sobre os outros. Com relação aos procedimentos partiu-se da escolha do tema, definição da área e fundamentação teórica. As etapas que se seguiram referem-se ao levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico, estudo dos impactos ambientais, elaboração dos mapas temáticos, processamento digital dos dados e elaboração de perfis da área em estudo.

Vale salientar ainda, que durante a realização dessas etapas foram realizados trabalhos de campo para averiguar a "veracidade terrestre", bem como conversas informais com a comunidade local. Através destas conversas foi relatado que os moradores percebem a dinâmica do avanço das dunas, trazendo prejuízos sérios à comunidade, como a destruição das barracas de praias e destruição de casas. Com o propósito de tentar amenizar os prejuízos causados pela dinâmica natural dos sedimentos, estratégias foram criadas pela própria comunidade para tentar conter a erosão, tendo como principal a inserção de vegetação nas áreas onde ocorre o avanço das dunas próximo aos muros das residências.

Dessa forma, para melhor entender os processos de ocupação da terra e uso dos recursos naturais presentes na faixa litorânea correspondente a comunidade do Iguape, foram selecionados quatro perfis, tomando como base as imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) fornecidas pela EMBRAPA e métodos de geoprocessamento a partir do *Global Mapper*. A partir desses perfis topográficos e das observações de campo, foram realizadas análises preliminares das tipologias de impactos ambientais das áreas demarcadas. Na Figura 02, observa-se os perfis transversais recortados da área de análise, obtendo-se o total de 4 perfis.

Figura 02: Recortes dos Perfis representativos da comunidade Iguape



Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores

Na representação dos perfis buscou identificar as unidades geoambientais nos quais fazem parte, bem como as principais interferências no meio natural pela ação antrópica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir detalha-se cada perfil traçado na comunidade Iguape/Aquiraz-CE e os principais impactos identificados nesses setores.

### Análise do Perfil I (A-B)

No perfil I é possível identificar duas macros unidades do relevo, a faixa de praia e a pós-praia. A faixa do pós-praia está dividida em campo de dunas móveis campos de dunas fixas e planície interdunar. Sobrepondo-se elementos como uso e ocupação e as características físico-ambientais elencadas, foi possível a tipificação de áreas (Figura 03).

Figura 03. Perfil I (A-B)



Fonte: Elaborado pelos autores

A área 1, se estende da zona de maré até o barlavento das dunas móveis, neste setor, em algumas áreas, existe um processo crescente de abrasão marinha, mas, na maior parte da área, não foram identificados maiores impactos, exceto em alguns locais onde se instalaram barracas de praia e residências, utilizada pelos pescadores e banhistas. Na área 2, observa-se uma relação de conflito entre moradores, nesse setor mais próximo da praia são em grande parte veranistas, e a dinâmica natural de movimentação de dunas, pois devido ao local onde essas residências se encontram, há uma constante luta contra o avanço das dunas. Foram verificadas estratégias desordenadas para conter esse avanço, como a introdução de vegetação, como citado anteriormente, muitas vezes não nativa no sotavento das dunas, ou ainda a construção de paredes de contenção (Figura 04).

Figura 04: Observa-se a introdução de vegetação a sotavento para conter a migração dos sedimentos. Os tipos de vegetação mais comuns são o Cajueiro (I) e a Salsa de Praia (II)



Fonte: Sousa (2015)

Na área 3 é possível identificar sérios problemas socioambientais e de vulnerabilidade sócio econômica, pois a maioria das residências denunciam um nível de renda bastante baixo. Essa área está próxima da lagoa formada pela planície interdunar, que teve seu fluxo natural interrompido pelo desligamento da comunicação deste terreno alagado com o rio através da construção da ponte na comunidade. Observa-se, também, a prática do descarte de resíduos sólidos e queimadas, por parte dos moradores, o que revela tanto a despreocupação do poder público com essa área e a desarticulação e desinformação da comunidade frente aos problemas ambientais (Figura 05).

O quarto, o sexto e o oitavo setores, apresentam uma situação ambiental bastante similar, pois nestes há uma relativa conservação da vegetação característica do ambiente em questão, podendo ser observados processos naturais de tosqueamento da vegetação a barlavento e o crescimento raquítico dessa vegetação devido as condições climáticas de semiaridez e aos solos pobres em matéria orgânica.

No setor cinco, é perceptível tanto pela topografia como pela presença de vegetação típica de áreas que passam por processos de inundação sazonais, no caso gramíneas ou extrato herbáceo, a formação de pequenas lagoas interdunares no período chuvoso onde há a ascensão do lençol freático. Já o setor sete vem sofrendo um processo de uso desregular, pois os impactos gerados por esse uso incidem diretamente na dinâmica natural das dunas, com a presença de uma trilha de veículos 4x4, que ao procurarem o prazer contemplativo, visto a beleza cênica do lugar, pisoteiam o estrato herbáceo gerando um processo de retorno desta duna fixa ao estado de móvel, desmobilizando, assim os sedimentos que a constitui.

Figura 05: Imagem do esgoto residencial sendo lançado na lagoa, provocando sério dano ambiental, vale ressaltar que a mesma também é utilizada para pesca e utilização da água.



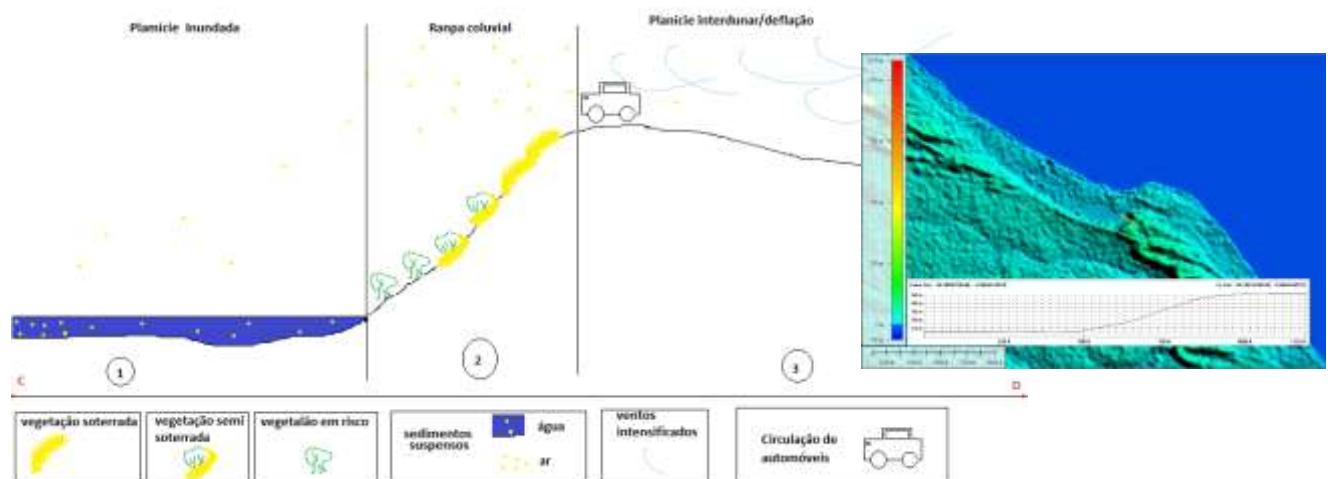
Fonte: Sousa (2015)

### **Análise do Perfil II (C-D)**

No perfil II pode-se inter-relacionar diversos elementos do sistema como ventos, sedimentos e água (Figura 06). Exposição total do solo extremamente friável ao vento canalizado pela depressão interdunar que funciona como um corredor de vento (setor 3), e

aumento da quantidade de partículas em suspensão no ar, que ao precipitarem acumulam-se no leito da lagoa assoreando-a (setor 1).

Figura 06: Perfil II (C-D)



Fonte: Elaborado pelos autores

A movimentação dos automóveis somadas ao fluxo de vento, provocam uma mobilização intensificada dessa duna, esse processo é perceptível pelo soterramento da vegetação e a formação de uma rampa de colúvio (setor 2), o que sugere uma grave alteração no estado original desta duna, que outrora era fixa e agora passa a ser móvel (Figura 07).

Figura 07: Na imagem pode-se observar o caminho percorrido por turistas através de quadrípiculos e/ou veículos 4x4, contribuindo para compactação dos sedimentos dunares. Ao fundo percebe-se também a presença de vegetação pioneira.

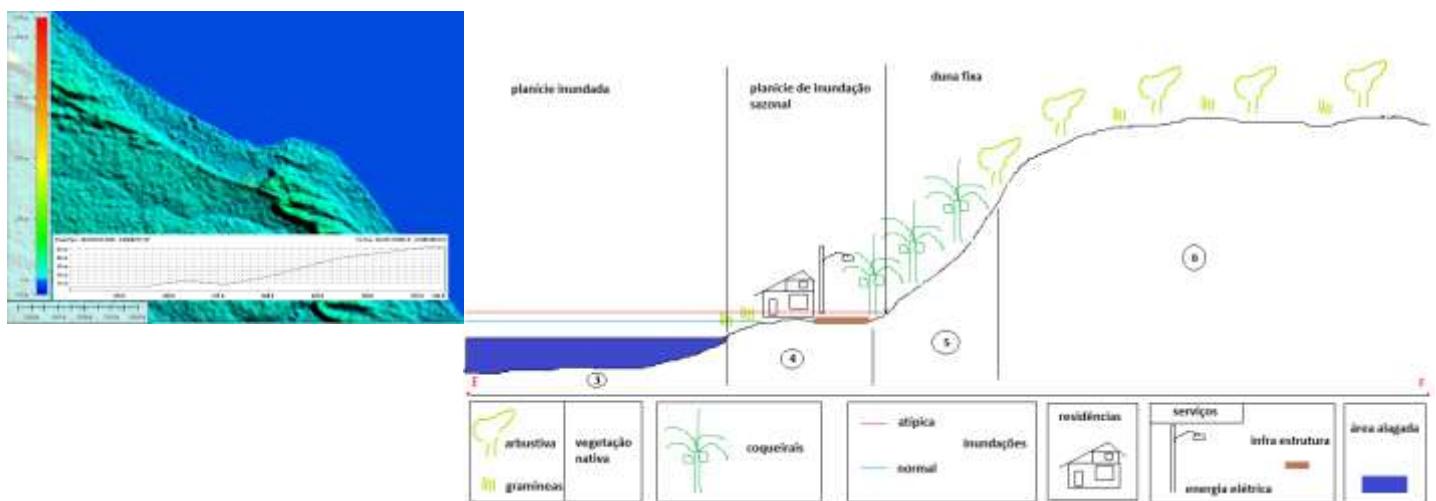


Fonte: Sousa (2015)

### Análise do Perfil III (E-F)

O perfil III, em sua maior parte, foi gerado a partir de interpretações da topografia e relatos dos moradores da área, assim como observação em campo (Figura 08). Segundo relatos dos moradores locais, essa ocupação ocorreu de maneira rápida, com indícios de irregularidade, e ainda legitimada pelo estado. Nessa área foi observada casas com estruturas elaboradas e acabamentos requintados, assim como a presença de serviços como infraestrutura de transporte e energia elétrica (setor 4).

Figura 08: Perfil III (E-F)



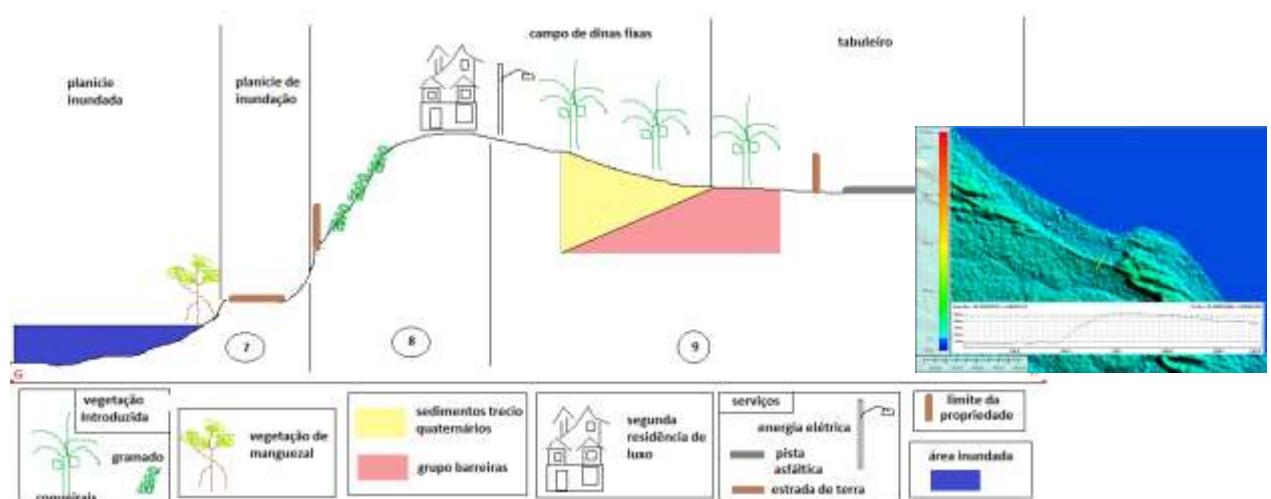
Fonte: Elaborado pelos autores

Também foi possível observar a ocupação de parte da encosta da duna fixa por coqueirais, há ainda uma incipiente vegetação de manque, o que na realidade não significa necessariamente, que existam medidas para a recuperação dessa vegetação, mas prova que esta possui admirável poder de resiliência. Não foi possível realizar observações mais precisas a respeito do topo ou da área de dunas fixas, porém é notória a presença de uma fisionomia vegetacional gramínea-arbustiva. Porém a partir do que foi visto no perfil dois, as residências, podem estar expostas a processos de inundação que serão intensificados à medida que o lago for sendo assoreado.

## Análise do Perfil IV (G-H)

No perfil IV é apresentado um exemplo da ocupação nos topos das dunas fixas, embora não tenha sido possível uma análise mais detalhada dessa área é perceptível uma certa continuidade de problemas do perfil 3 (Figura 09). O que é mais notório é o processo de ocupação que se deu a partir do tabuleiro, já que essas propriedades partem dessa área (setor 9).

Figura 09: Perfil IV (G-H)



Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo os relatos obtidos em campo essa ocupação do topo das dunas é mais antiga que as da encosta, mostrada no perfil 3. A tipologia das residências do topo das dunas fixas também é bastante peculiar, pois faz crer que se tratam de mansões apresentando um certo isolamento da área abaixo.

A partir da análise dos perfis e dos impactos associados pode-se apontar a presença de impactos sociais e impactos ambientais na área em questão, devido ao processo de ocupação em áreas consideradas de alta fragilidade ambiental, o que pode ser verificado no quadro a seguir.

Quadro I: Principais impactos na comunidade Iguape/Aquiraz-CE

| Impactos Sociais                                      | Impactos Ambientais                                     |
|---|---|
| Aumento do contingente populacional                   | Alteração da paisagem natural e da ecodinâmica costeira |
| Aumento da criminalidade                              | Poluição indiscriminada dos cursos de água              |
| Insegurança da população local                        | Alteração na forma de ocupação e uso da área            |
| Modificação na estrutura imobiliária local            | Aceleração dos processos erosivos/ Assoreamentos        |
| Processo acelerado de urbanização                     | Alteração na dinâmica das feições geomorfológicas       |
| Alteração da rotina da comunidade, rompendo tradições | Alteração da linha da costa                             |
| Aumento do volume do lixo                             | Alteração do ecossistema de manguezal                   |

Fonte: Organizado pelos autores

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão da análise, foi possível notar quatro principais alterações da dinâmica natural do campo de dunas: O barramento da comunicação do rio com a área inundada, interrompendo assim a dinâmica de sedimentos; A interrupção do fluxo de sedimentos eólicos pela ocupação residencial, que gera conflitos relacionados ao avanço das dunas; A exposição dos sedimentos aos ventos, canalizados nas depressões interdunares, provocados pelo desmatamento da vegetação. Os alagamentos sazonais intensificados pelo assoreamento da planície inundada.

Nesse sentido, torna-se necessário que a sociedade civil utilize os conhecimentos sobre a dinâmica da paisagem, na tentativa de preservar o ambiente natural que ainda existe, além de fazer uso responsável dos ambientes já modificados. Para a preservação deste ambiente é preciso que a comunidade esteja sempre presente, apresentando elementos que possam contribuir na elaboração de um plano uso de forma participativa, juntamente com os órgãos públicos, afim de que ocorra com a interação da sociedade civil, assim como conscientizar a comunidade, pois os mesmos são os mais afetados com os impactos causados pelo avanço das dunas.

O estudo poderá ser utilizado como instrumento para subsidiar a elaboração de políticas públicas que visem o planejamento da ocupação humana nessa área. A convivência harmônica entre os elementos da paisagem contribui para o equilíbrio do sistema representado pela paisagem costeira.

## **REFERÊNCIAS**

- AQUASIS. Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para gestão integrada**. Coordenadores Alberto Alves Campos... [et al.]. 248 pgs, Fortaleza, 2003.
- BRANDÃO, R. de L. et al – **Geodiversidade do estado do Ceará**, Fortaleza, CPRM, 2014.
- CARDOSO, E. S. - **Análise das condições ambientais do litoral de Iguape e Barro Preto – Aquiraz – Ceará**. (Dissertação de Mestrado), Fortaleza, UFC, 2002.
- CAVALCANTE, I. F. de A. et al – **Tempo e clima no Brasil**, São Paulo, Oficina de Textos. 2009.
- FLORENZANO, Tereza Gallotti (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, Tereza Gallotti. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In. MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. **Geomorfologia Costeira: funções ambientais e sociais**: Impresa Universitária, 2014, 489p.
- PEREIRA, R. C. M e SILVA, E. V. da. Solos e vegetação do estado do Ceará: características gerais. In: BORZACCHIELLO, J. et al. **Ceará: um novo olhar geográfico**, 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
- RODRIGUES, J. M. M. **Geoecologia das paisagens**: Uma visão geossistêmica de análise ambiental, Fortaleza, UFC, 2013.
- SALES, V. de C. PEULVAST, J. P. **Geomorfologia da zona costeira do estado do Ceará** In: SILVA, J. B. DANTAS, E. W. C. ZANELLA, M. E. et al. Litoral e sertão: Natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza - CE. Expressão gráfica. 2006. p.446
- SILVA, E. V. **Geoecologia da Paisagem do Litoral Cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica**, (Tese professor titular), Fortaleza, UFC , 1998.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, 1977.
- ZANELLA, M. E.- As características climáticas e recursos hídricos do estado do Ceará . In: BORZACCHIELLO, J. et al. **Ceará: um novo olhar geográfico**, 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

---

## MAPEAMENTO PEDOLÓGICO DIGITAL COM BASE NO RELEVO E TREINAMENTO POR AMOSTRAGEM DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITOS

Laura Milani da Silva **DIAS**

Centro de Solos/Instituto Agronômico

[laurads5@yahoo.com.br](mailto:laurads5@yahoo.com.br)

<http://lattes.cnpq.br/7411365793554118>

Ricardo Marques **COELHO**

Centro de Solos/Instituto Agronômico

[rmcoelho@iac.sp.gov.br](mailto:rmcoelho@iac.sp.gov.br)

<http://lattes.cnpq.br/1190769214913092>

Stanley Robson de Medeiros **OLIVEIRA**

Embrapa Informática Agropecuária

[stanley.oliveira@embrapa.br](mailto:stanley.oliveira@embrapa.br)

<http://lattes.cnpq.br/5321244029568287>

Flávio Margarito Martins de **BARROS**

Feagri/Unicamp

[flaviomargarito@gmail.com](mailto:flaviomargarito@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/1316455783756401>

---

### RESUMO:

O entendimento de associações solo-relevo pode contribuir para o mapeamento digital de solos. Por ser estratégia de mapeamento em desenvolvimento, algoritmos de mineração de dados, base de dados para treinamento dos modelos e escalas de trabalho ainda necessitam ser avaliados. Para treinar modelos de classificação a partir de observações pontuais em campo, foram produzidos mapas pedológicos digitais em escala grande de bacia hidrográfica, em Botucatu (SP), em que predominam arenitos. Do modelo digital de elevação da bacia foram geradas sete variáveis morfométricas. A classificação dos solos para treinamento e validação dos modelos foi realizada em campo até o nível de subgrupo mais agrupamento textural. Foram testados três algoritmos de mineração de dados. A pertinência de grupos de atributos de relevo às classes taxonômicas foi verificada por análise de agrupamento. Apesar do melhor

desempenho do algoritmo MLP (redes neurais), este foi considerado pouco confiável, já que não classificou nenhum exemplo da classe GXbdt, com apenas dois exemplos para treinamento. Os classificadores J48 e Random Forest apresentaram acurácia equivalente na classificação dos solos a partir de dados de relevo, com índice kappa ligeiramente superior para o J48 (0,42). A combinação da extensão da área de estudo com o grau de detalhe das variáveis geomorfométricas produziu uma variabilidade de atributos preditivos difícil de representar no conjunto de treinamento criado por amostragem em campo. A presença de classes de solo representativas e distintas pela textura no mesmo grupo de atributos de relevo criado pela análise de agrupamento indicou que relevo não é fator preponderante na diferenciação textural dos solos, principal atributo diferencial dos solos da área de estudo.

**Palavras-chave:** mineração de dados de solo. classificação supervisionada. predição de classes de solo.

#### **ABSTRACT:**

Digital soil mapping can benefit from soil-relief relationships background knowledge. Due to being a developing approach, data mining algorithms, type of data base for algorithm training, and working scale are elements of the strategy still to be evaluated. Aiming the production of large-scale digital soil class maps and to train classification models on soil classes identified *in situ* by field and laboratory analysis we studied a watershed located in Botucatu, state of São Paulo, Brasil. Soils of the watershed were mainly developed from sandstones. Seven terrain attributes were generated from a digital elevation model (DEM). Soil classification for model training and validation were generated by field soil sampling and by laboratory analysis to the subgroup level plus texture group of the Brazilian System of Soil Classification. Three data mining algorithms were evaluated. Soil taxonomic classes were compared to terrain attributes clusters. Despite MLP better performance, this neural network algorithm was considered less reliable due to omitting one soil class with few training instances from the prediction set. J48 and Random Forest classifiers showed equivalent accuracy, but with slightly greater kappa index (0,42) for J48. The combination of a large study area with the great detail of terrain attributes generated from the 30-m resolution DEM produced large variability of terrain attributes, difficult to represent in the training set only by field sampling. Occurrence of representative soil classes distinguished fundamentally by

particle-size groups in the same terrain attributes cluster suggests relief is not a prevalent factor to soil particle-size class differentiation, the main soil *differentia* of the studied area.

## **INTRODUÇÃO**

Algoritmos que relacionam a ocorrência dos solos na paisagem com seus fatores de formação e que utilizam como apoio Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) e técnicas de sensoriamento remoto fazem parte da estratégia do Mapeamento Digital de Solos (MDS). Dentre as covariáveis que vêm sendo aplicadas no MDS, destacam-se os atributos do relevo derivados de modelos digitais de elevação (MDE) (Arruda et al., 2013). A extração das associações solo-paisagem de uma área mapeada, a área de referência, para áreas onde estas associações ainda não são conhecidas é frequentemente feita por treinamento em mapas. O treinamento por observações pontuais do solo em campo é pouco utilizado, apesar de prescindir da existência de áreas de referência e pontualmente corresponder mais fielmente à verdade de campo.

O MDS aplicado à predição de classes de solos no Brasil tem sido, em sua maioria, em escalas pequenas (1:50.000 ou menor). Justificativas para isto estão na pequena disponibilidade de mapas de solos para serem usados como áreas de referência, bem como à falta de cartas topográficas em menor escala (ten Caten et al., 2012). Em níveis generalizados, a legenda admite unidades de mapeamento na forma de associações e frequentemente há simplificação de legenda.

Os objetivos do trabalho foram (i) produzir um mapa pedológico digital para a bacia do córrego Águas da Lúcia no município de Botucatu-SP em escala grande e (ii) treinar modelos de classificação a partir de observações pontuais em campo.

## **METODOLOGIA DE TRABALHO**

O trabalho foi desenvolvido na microbacia do córrego Águas da Lúcia, no município de Botucatu, SP. A bacia tem 1894 ha de extensão e localiza-se entre as coordenadas UTM 771.253 e 776.535 m E e 7.473.291 e 7.479.874 m N, zona 22 S E. Na classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cwa. A litologia é de arenitos finos a médios com matriz siltic-argilosa e estratificação cruzada de médio a grande porte da formação Pirambóia e arenitos eólicos da formação Botucatu, ambas do grupo São Bento. A partir de curvas de nível de 5 metros foi elaborado um MDE com resolução de 30 m no programa

ArcGIS 10 e derivadas as seguintes variáveis geomorfométricas: altitude, declividade, orientação das vertentes, curvatura em planta, curvatura em perfil, distância diagonal e índice topográfico de umidade (Wilson & Gallant, 2000) em formato raster, também com resolução de 30 m. Nesta resolução espacial, a matriz de variáveis geomorfométricas totalizou 20.772 linhas.

Os locais de observação do solo em campo tanto para treinamento dos modelos quanto para sua validação foram determinados em amostragem por hipercubo latino, usando as variáveis do relevo para aleatorizar os locais de amostragem. Foram identificados 75 locais de amostragem para treinamento e 25 para validação. Os solos foram caracterizados no campo em mini-trincheiras (0,7x0,7x0,7m) e com trado até 2 m e coletadas amostras para análise em laboratório. Dos 75 pontos usados para treinamento, em 12 foram abertas trincheiras até 2 m para caracterização completa. Os solos da bacia foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos até o 4º nível categórico mais agrupamento textural (Embrapa, 2006).

Para diminuir a fragmentação do mapa digital produzido e a quantidade de classes com poucos exemplos, foram usados apenas 62 pontos de observação de solo para o treinamento dos algoritmos, excluindo-se do treinamento 13 pontos considerados inclusões de solo. Como a proporção de exemplos classificados era pequena (0,3%) para o total da base de dados de relevo, expandiu-se o conjunto de treino, considerando-se a combinação de variáveis preditivas (relevo). Assim, para cada exemplo Y não classificado, com a mesma combinação de variáveis de um exemplo X com solo classificado, identificou-se Y com a mesma classe de solo de X. Assim, o conjunto de treino de 62 exemplos foi expandido para 2.454 (12 % da base de dados).

Foram testados três diferentes classificadores: J48, uma implementação de árvores de decisão baseada na abordagem de aprendizado de máquina supervisionado (Hall et al., 2009); redes neurais do tipo *Multi-layer Perception* (MLP) calibradas através de retropropagação (Kanellopoulos & Wilkinson, 1970) e o *Random Forest* (Breiman, 2001), que combina classificações feitas por diversas árvores de decisão. O treinamento dos modelos foi realizado no programa *Waikato Environment for Knowledge Analysis* (Weka) (Witten & Frank, 2005). A exatidão dos mapas preditos foi avaliada por meio da “acurácia global”; da “exatidão do produtor”; da “exatidão do usuário” e do coeficiente Kappa (Congalton, 1991). Todas as determinações de exatidão foram calculadas a partir de matrizes de erro, onde os 25 pontos classificados em campo foram considerados verdade e confrontados com a classe predita pelos algoritmos. A base de dados foi também analisada pelo algoritmo K-Means, que realiza

a tarefa de agrupamento e visa identificar e aproximar os registros similares, para k=6 e k=10 (Camilo et al., 2009).

## RESULTADOS

Tabela 1: Acurácia global e índice kappa para os algoritmos testados

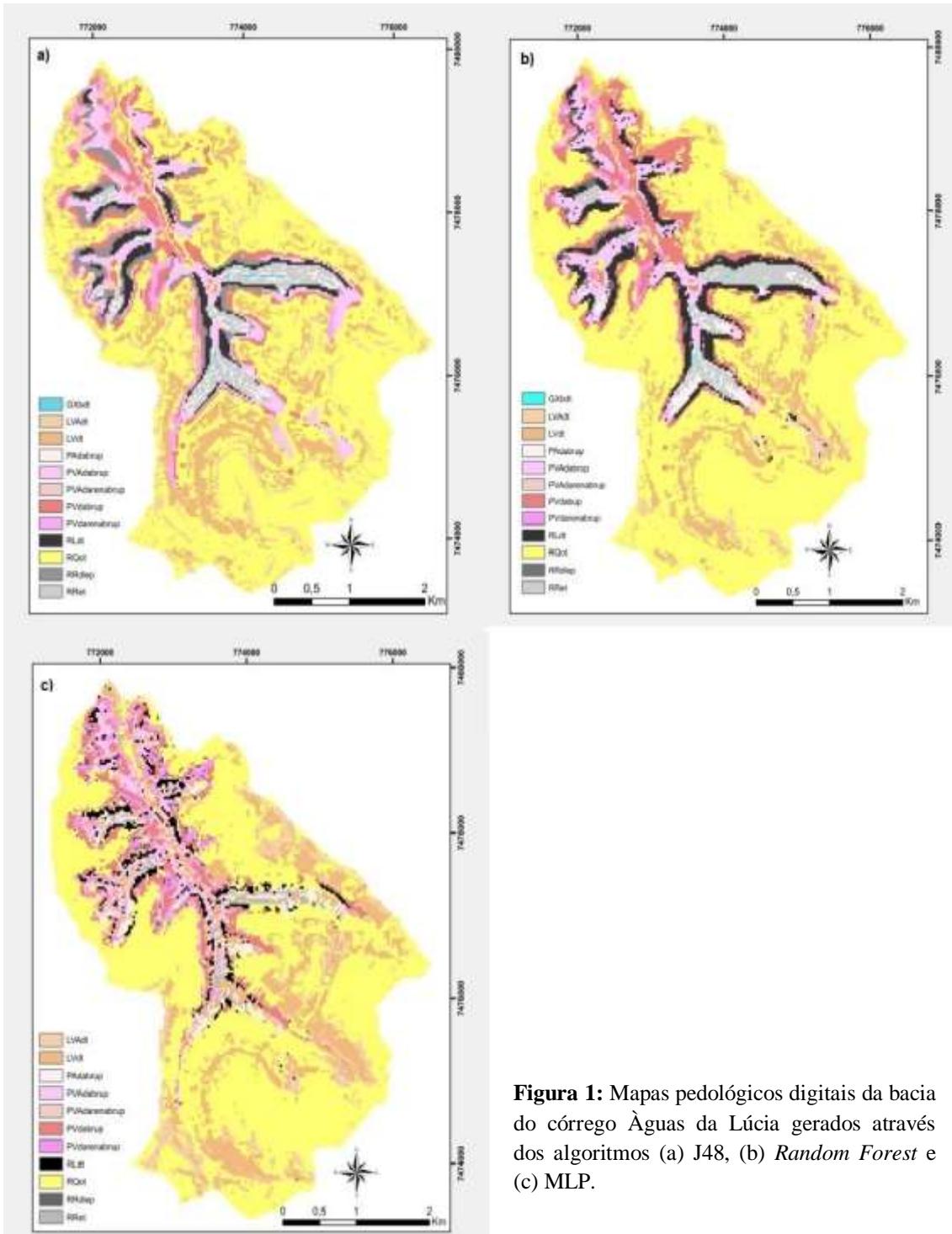
| Algoritmo     | Acurácia (%) | Kappa |
|---------------|--------------|-------|
| J48           | 56           | 0.42  |
| Random Forest | 56           | 0.39  |
| MLP           | 60           | 0.46  |

Tabela 2: Resultados da análise de agrupamento pelo algoritmo K-means para K= 6.

| Classe de solo | Agrupamento |    |     |    |     |     |
|----------------|-------------|----|-----|----|-----|-----|
|                | 1           | 2  | 3   | 4  | 5   | 6   |
| LVAdt          | 0           | 0  | 47  | 0  | 50  | 0   |
| LVdt           | 188         | 99 | 123 | 0  | 39  | 0   |
| PVdabrup       | 0           | 0  | 0   | 23 | 50  | 0   |
| RQot           | 406         | 19 | 163 | 11 | 485 | 680 |
| Outros         | 0           | 0  | 0   | 67 | 4   | 0   |

Tabela 3: Resultados da análise de agrupamento pelo algoritmo K-means para K= 10.

| Classe de solo | Agrupamento |    |     |     |     |     |    |   |    |     |
|----------------|-------------|----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|-----|
|                | 1           | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7  | 8 | 9  | 10  |
| LVAdt          | 0           | 47 | 0   | 0   | 50  | 0   | 0  | 0 | 0  | 0   |
| LVdt           | 0           | 0  | 123 | 0   | 131 | 0   | 0  | 0 | 0  | 195 |
| PVdabrup       | 15          | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 50 | 8 | 0  | 0   |
| RQot           | 0           | 57 | 87  | 849 | 326 | 122 | 0  | 0 | 20 | 303 |
| Outros         | 58          | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 9 | 4  | 0   |



**Figura 1:** Mapas pedológicos digitais da bacia do córrego Águas da Lúcia gerados através dos algoritmos (a) J48, (b) *Random Forest* e (c) MLP.

Tabela 3: Matriz de erro com as observações de solo classificado no campo e as preditas pelo algoritmo J48, bacia do Águas da Lúcia, Botucatu, SP.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com quatro classes de solo identificadas na validação (25 observações) não constarem do conjunto de treinamento, os classificadores J48 e *Random Forest* apresentaram acurácia global de 56 %. Todavia, melhor desempenho foi atribuído ao J48 por este apresentar maior kappa (0,42) que o *Random Forest* (0,39).

Apesar do melhor desempenho geral do algoritmo MLP (kappa 0,56 e acurácia global 60 %), ele não classificou nenhum exemplo da classe GXbdt aren, com apenas dois exemplos para treinamento, sugerindo baixa confiabilidade do classificador para mapeamentos em maior detalhe, em que espera-se predição também de classes com menor frequência de ocorrência..

O tamanho da área de estudo e o grau de detalhe de análise das variáveis geomorfométricas geraram uma variabilidade de atributos preditivos das classes de solo não representada pelo conjunto de treinamento, que foi adicionalmente reduzido devido à exclusão das classes com poucos exemplos.

Mais de um grupo de variáveis de relevo criado pela análise de *cluster* selecionou diferentes classes de solos de ocorrência majoritária (classes representativas em extensão) e distintas taxonomicamente por diferenciação de textura, o que indicou que relevo não é fator preponderante para a variabilidade textural de solos da área.

A elevada demanda operacional para o treinamento de modelos preditivos por pontos de observação de solo em campo cria empecilho à realização dos MDS devido a baixa representatividade do universo amostrado nos levantamentos de nível detalhado, que abrangem áreas pequenas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, P.G. et al. Mapeamento digital de sols por redes neurais artificiais com bases nas relações solo – paisagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v.37, n.2, p. 327-338, 2013.

BREIMAN, L. Random Forests. Journal of Machine Learning, v.45, p.5-32, 2001.

CAMILO, et al. Mineração de dados: Conceitos, tarefas, métodos e ferramentas. Relatório técnico. Instituto de informática. Universidade Federal de Goiás, 2009.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing Environment*, v.37, p.35-46, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

HALL, M. A. et al. The WEKA Data Mining Software: Na Update. *SIGKDD Explorations*, v. 11, n. 1, p. 10 – 18, 2009.

KANELLOPOULOS, I.; WILKINSON, G.G. Strategies and best pratice for neural network image classification. *International Journal of Remote Sensing*, v. 18, n.4, p.711–725, 1997.

TEN CATEN, A. et al. Mapeamento digital de classes de solos: características da abordagem brasileira. *Ciência Rural*, v.42, n.11, 2012.

WILSON, J.P. & GALLANT, J.C. Digital terrain analysis. p.1-27. In: WILSON, J.P. & GALLANT, J.C., eds. *Terrain analysis: Principles and applications*. New York, Wiley & Sons, 2000.

WITTEN, I.H. & FRANK, E. *Data mining: practical machine learning tools and techniques*. 2.ed. San Francisco, Morgan Kaufmann, 2005. 524p.

---

## MAPEAMENTO DE INDICADORES DEMOGRÁFICOS DOS MUNICÍPIOS PIAUIENSES UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

---

Cleyber Nascimento de **MEDEIROS**

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE

Pesquisador do Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino – UFPI

cleyber.medeiros@ipece.ce.gov.br

<http://lattes.cnpq.br/0317623923764049>

---

### **RESUMO:**

O objetivo deste trabalho foi mapear e analisar indicadores demográficos dos municípios piauienses, avaliando a evolução destes indicadores na última década. Para tanto, elaborou-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG) gerando um inventário digital que possui a capacidade de visualizar um banco de dados enfocado sobre os aspectos populacionais do Estado, permitindo a realização de consultas e à apresentação dos dados na forma de mapas temáticos. Deste modo, foi possível traçar o perfil demográfico dos municípios, evidenciando-se uma crescente concentração populacional na capital, assim como a diminuição da participação dos municípios com até 10.000 habitantes no total da população do Estado no período 2000/2010.

**Palavras-chave:** Demografia. Municípios. Piauí. SIG.

### **MAPPING DEMOGRAPHIC INDICATORS OF MUNICIPALITIES PIAUIENSES USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)**

### **ABSTRACT:**

The objective of this study was to map and analyze demographic indicators of Piauí municipalities, assessing the evolution of these indicators over the past decade. To this end, elaborated a Geographic Information System (GIS) generating a digital inventory that has the ability to view a focused database on population aspects of the state, allowing the consultations and presentation of data in the form of maps theme. Thus, it was possible to draw the demographic profile of municipalities, demonstrating an increasing population

concentration in the capital, as well as reducing the share of municipalities with up to 10,000 inhabitants in the total population of the state in the period 2000/2010.

**Keywords:** Demography. Municipalities. Piauí. GIS.

## **CARTOGRAFÍA DE INDICADORES DEMOGRÁFICOS DE MUNICIPIOS PIAUIENSES USANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

### **RESUMEN:**

El objetivo de este estudio fue mapear y analizar indicadores demográficos de los municipios do Piauí, la evaluación de la evolución de estos indicadores en la última década. Para ello, elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) generar un inventario digital que tiene la posibilidad de ver una base de datos centrada en aspectos de población del Estado, permitiendo que las consultas y la presentación de los datos en forma de tema mapas. De esta manera, fue posible trazar el perfil demográfico de los municipios, lo que demuestra una concentración de la población cada vez mayor en la capital, así como la reducción de la participación de los municipios con hasta 10.000 habitantes en la población total del Estado en el período 2000/2010.

**Palabras clave:** Demografía. Municipios. Piauí. SIG.

### **INTRODUÇÃO**

A questão demográfica é um dos aspectos fundamentais para a compreensão da estrutura socioeconômica de um determinado território. Neste sentido, cita-se que o padrão de mobilidade populacional no Nordeste, e consequentemente no Estado do Piauí, tem sido afetado pelo modelo de desenvolvimento econômico historicamente adotado nesta região.

Este modelo foi assentado principalmente na industrialização incentivada com urbanização, favorecendo a formação de áreas de atração e repulsão de pessoas, concentrando significativa parcela de população nas capitais dos estados nordestinos.

Vale mencionar que segundo Santos (2008), até a primeira metade do século XX o Brasil, e, consequentemente, o Nordeste, era uma nação com população predominantemente

rural, sendo que num intervalo de apenas quarenta anos (1940 - 1980) tem-se à inversão do lugar de residência.

Dessa forma, o contingente populacional urbano nordestino passou de 23,4% do total em 1940 para atingir 50,7% em 1980. Conforme o IBGE (2010), atualmente mais de 73% da população nordestina reside em áreas urbanas, ocasionando uma série de demandas por serviços públicos de infraestrutura, educação, segurança e saúde.

De acordo com Maricato (2003), a urbanização no Brasil foi desencadeada por forte intervenção estatal, pautada no binômio crescimento e pobreza, originando enorme massa de excluídos exposta a uma grande variedade de problemas socioeconômicos.

Neste viés de análise, este artigo objetiva analisar o perfil demográfico do Estado do Piauí, recorrendo-se para tanto aos dados oriundos dos Censos Demográficos dos anos de 2000 e 2010, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nessa perspectiva, foi empreendida uma avaliação sobre o padrão demográfico dos municípios piauienses, procurando destacar os aspectos mais relevantes, de forma a contribuir para o planejamento de ações e políticas públicas nas esferas social e econômica, capazes de atender e superar os novos desafios que se colocam diante dos principais municípios do Estado, bem como as novas demandas provocadas pelas mudanças do perfil demográfico da população piauiense.

## **PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E METODOLÓGICOS**

A fonte dos dados populacionais correspondeu aos censos demográficos do IBGE referentes aos anos de 2000 e 2010 e ao Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013). Estes dados possuem formato compatível com o programa Microsoft Excel®, sendo adquiridos por meio de download do sítio oficial do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) e do PNUD ([www.atlasbrasil.org.br](http://www.atlasbrasil.org.br)).

Essa base de dados (Figura 1) foi imprescindível para o trabalho em questão, tendo em vista que todos os dados foram agregados à representação cartográfica dos municípios piauienses (arquivo *shapefile* obtido no site do IBGE) possibilitando a geração de mapas temáticos recorrendo-se para tanto ao SIG ArcGIS 9.3®, licenciado para o IPECE.

Figura 1: Exemplo do banco de dados de indicadores populacionais

| Município, Piauí           | cod_mun | População total 2000 | População total 2010 | População total 2009 | População total 2011 | População urbana 2009 | População urbana 2010 |
|----------------------------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Altinópolis do Piauí       | 2216201 | 8706                 | 8391                 | 8688                 | 4982                 | 1886                  | 1029                  |
| Altônia                    | 2215200 | 8375                 | 8675                 | 7944                 | 7387                 | 2134                  | 2235                  |
| Francisco Santos           | 2204234 | 8309                 | 8592                 | 8582                 | 4613                 | 2154                  | 3079                  |
| Ita General                | 2204449 | 8249                 | 8914                 | 1384                 | 8499                 | 2061                  | 7445                  |
| Utinga do Piauí            | 2205100 | 8450                 | 8817                 | 8785                 | 7851                 | 4951                  | 5146                  |
| Vila Isidora               | 2211098 | 2807                 | 2688                 | 2741                 | 2626                 | 580                   | 574                   |
| Alvorada                   | 2209831 | 1834                 | 71168                | 8612                 | 8578                 | 3672                  | 3538                  |
| Tamboré do Piauí           | 2218872 | 1871                 | 2753                 | 837                  | 1811                 | 1824                  | 1712                  |
| Tanque do Piauí            | 2218879 | 2506                 | 3618                 | 1423                 | 1291                 | 1887                  | 1738                  |
| Neópolis                   | 2205152 | 1837                 | 28078                | 5222                 | 4720                 | 5125                  | 5095                  |
| Itaíba Costa               | 2204997 | 7830                 | 9221                 | 9863                 | 6356                 | 1883                  | 1085                  |
| Iraniacuru 09              | 2206497 | 16399                | 18333                | 9432                 | 6304                 | 4877                  | 8369                  |
| Iraniacuru 08              | 2206598 | 8704                 | 7381                 | 4124                 | 3900                 | 2830                  | 2485                  |
| Antônio Araripe            | 2206896 | 2047                 | 3018                 | 731                  | 816                  | 1810                  | 2224                  |
| Nossa Senhora dos Remédios | 2209893 | 7216                 | 8259                 | 4689                 | 4613                 | 2785                  | 2892                  |
| Alcântara                  | 2217013 | 12649                | 8149                 | 8134                 | 5848                 | 4848                  | 4730                  |
| Alto Longá                 | 2217017 | 2150                 | 10601                | 4611                 | 4113                 | 2065                  | 37363                 |
| Alto Piauí                 | 2205100 | 1870                 | 10601                | 4611                 | 4113                 | 2065                  | 37363                 |
| Almoflândia do Goiás       | 2205199 | 4211                 | 5254                 | 4722                 | 3221                 | 1479                  | 1095                  |
| Barro Alto do Piauí        | 2208491 | 5106                 | 4067                 | 1780                 | 2007                 | 3064                  | 2020                  |
| Maria Francisca do Piauí   | 2209500 | 8398                 | 8298                 | 6589                 | 4315                 | 1287                  | 1065                  |
| Alvorada                   | 2208699 | 18394                | 17121                | 7888                 | 8263                 | 6810                  | 8772                  |
| Altinópolis do Piauí       | 2216300 | 12116                | 13619                | 5487                 | 5444                 | 7113                  | 8198                  |
| Anguera do Piauí           | 2208898 | 8708                 | 8612                 | 1722                 | 1656                 | 5885                  | 5114                  |
| Antônio de Almeida         | 2208797 | 7473                 | 8098                 | 4586                 | 4586                 | 3340                  | 4083                  |
| Assis de Pádua             | 2218998 | 8375                 | 4522                 | 3888                 | 2892                 | 1617                  | 1038                  |
| Assuréus                   | 2208995 | 8325                 | 8178                 | 2554                 | 2348                 | 2171                  | 2432                  |
| Castelo Luís               | 2201181 | 1873                 | 1067                 | 5384                 | 4234                 | 8119                  | 8114                  |
| Centro do Mato             | 2205100 | 2429                 | 2449                 | 2429                 | 2302                 | 117                   | 117                   |
| Dom Heloísa                | 2201170 | 5170                 | 5059                 | 4147                 | 4772                 | 1823                  | 1524                  |
| Itaíba 09                  | 2209801 | 4706                 | 5499                 | 3175                 | 3116                 | 3333                  | 3292                  |
| Itaíba 08                  | 2203234 | 6140                 | 6525                 | 4682                 | 3241                 | 1991                  | 1773                  |
| Curralzinho                | 2201210 | 3861                 | 4163                 | 2844                 | 2801                 | 737                   | 1111                  |
| Irani                      | 2204199 | 14420                | 16046                | 7552                 | 7552                 | 8816                  | 8779                  |
| Marcolândia                | 2208913 | 8178                 | 7612                 | 1430                 | 1105                 | 4746                  | 8707                  |
| Massapê do Piauí           | 2206910 | 4311                 | 5228                 | 4640                 | 5294                 | 771                   | 936                   |
| Matões                     | 2208190 | 8727                 | 18472                | 5517                 | 5817                 | 4210                  | 4738                  |
| Velha Ferreira             | 2211794 | 3860                 | 4268                 | 3819                 | 3118                 | 979                   | 1165                  |
| Pedro Laurentino           | 2207934 | 3736                 | 3667                 | 3282                 | 1696                 | 448                   | 871                   |
| Paulo Lopes                | 2207290 | 3471                 | 4019                 | 154                  | 1603                 | 2024                  | 2026                  |
| Recreio do Piauí           | 2211791 | 4490                 | 5123                 | 5037                 | 2799                 | 1159                  | 1042                  |
| Regente Feijó              | 2208190 | 1270                 | 1612                 | 527                  | 527                  | 749                   | 749                   |
| Meireles                   | 2206311 | 8490                 | 8178                 | 5291                 | 5090                 | 1838                  | 1711                  |
| Centro do Buriti           | 2202097 | 17536                | 29952                | 7185                 | 6896                 | 10154                 | 11116                 |
| Brizânia do Piauí          | 2201180 | 4556                 | 3992                 | 5262                 | 2824                 | 1184                  | 1425                  |
| Baixa Grande do Ribeiro    | 2201150 | 7776                 | 10016                | 4123                 | 4123                 | 3655                  | 3467                  |
| Praia da Cachoeira         | 2201139 | 5400                 | 5951                 | 7161                 | 7170                 | 1815                  | 2011                  |

Elaboração do autor.

Um SIG pode ser utilizado em estudos territoriais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1987).

Cabe citar que o ArcGIS 9.3® permite a ligação de uma determinada feição, por exemplo polígonos representando os limites dos municípios, a atributos (dados) contidos na base de dados, consentindo a classificação das feições por classes ou intervalos numéricos. Neste trabalho utilizou-se o método de quebras naturais.

Segundo Medeiros et al. (2005), este método é baseado na variabilidade dos dados, minimizando a soma da variância dentro de cada uma das classes e maximizando entre elas, tendo como consequência a homogeneidade interna dentro das mesmas e a formação de agrupamentos e padrões inerentes aos dados.

Esta classificação possibilitou a elaboração dos mapas temáticos dos indicadores em nível municipal, consentindo a análise da evolução espaço-temporal das condições demográficas das cidades piauienses.

## **A DINÂMICA DEMOGRÁFICA RECENTE: O PIAUÍ EM RELAÇÃO AO NORDESTE E AO BRASIL**

Tendo em vista que a demografia exerce um papel importante para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, o presente tópico inicia o estudo desse tema com a análise histórica do crescimento populacional do Piauí, comparando-o com o Nordeste e o Brasil, para em seguida avaliar as principais mudanças ocorridas na estrutura demográfica desse Estado nas últimas décadas.

A Tabela 1 exibe a evolução da população do Piauí, da Região Nordeste e do Brasil referente aos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Como se observa, o contingente populacional piauiense atingiu a marca de 3.118.360 pessoas em 2010, equivalendo a quase o dobro da população existente em 1970. Desse modo, conjectura-se que a cada ano teve-se um crescimento médio de cerca de 35.000 habitantes entre 1970-2010.

**Tabela 1: População residente - Piauí, Nordeste e Brasil - 1970/2010**

| Região   | População Residente (n.º) |             |             |             |             |
|----------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | 1970                      | 1980        | 1991        | 2000        | 2010        |
| Brasil   | 94.508.583                | 121.150.573 | 146.917.459 | 169.590.693 | 190.755.799 |
| Nordeste | 28.675.110                | 35.419.156  | 42.470.225  | 47.693.253  | 53.081.950  |
| Piauí    | 1.734.894                 | 2.188.150   | 2.581.215   | 2.841.202   | 3.118.360   |

*Fonte: Sinopse dos Censos demográficos de 1970/2010 - IBGE. Elaboração do autor.*

Verificando especificamente o derradeiro decênio (2000-2010), constata-se que o Piauí anotou uma elevação, em termos absolutos, em sua população da ordem de 277.158 habitantes, representando um crescimento relativo de 9,8%.

Cita-se também que a população piauiense representava 6,17% do contingente populacional da região Nordeste e 1,86% da população do Brasil, em 1970. Nos períodos seguintes estes percentuais apresentaram redução, especialmente a partir da década de 1990, chegando ao ano de 2010 com participações no Nordeste e no Brasil de, respectivamente, 5,87% e 1,63%.

Essas informações censitárias podem ser complementadas pelas estatísticas mais recentes extraídas da estimativa populacional do Piauí no ano de 2015, onde o Estado registrou o montante de 3.204.028 pessoas, equivalendo a 5,66% da população nordestina e 1,57% da brasileira.

Uma análise importante da dinâmica demográfica recente no Estado pode ser realizada por meio das Figuras 2 e 3, que mostram a distribuição populacional nas diversas faixas de idade e por sexo, a partir das pirâmides etárias para o Piauí nos anos de 2000 e 2010.

Figura 2: Pirâmide etária – Piauí – 2000.



Fonte: PNUD, 2013.

Figura 3: Pirâmide etária – Piauí – 2010.



Fonte: PNUD, 2013.

A partir dos mencionados gráficos identifica-se o gradual processo de estreitamento da base e alargamento do topo da pirâmide etária, resultado que pode ser explicado devido à queda da taxa de fecundidade e de mortalidade da população, concomitantemente.

Especificamente para o Piauí, percebe-se uma tendência de elevação da participação da faixa etária de 35 anos ou mais, com destaque para o grupo de pessoas com idade superior a 60 anos, configurando um processo de envelhecimento da população piauiense.

Como uma consequência dos movimentos demográficos descritos anteriormente, observa-se uma tendência de redução na razão de dependência, que representa a divisão entre a população considerada inativa (0 a 14 anos e 65 anos ou mais de idade) e a população potencialmente ativa (15 a 64 anos de idade). Neste contexto, tem-se que a razão de dependência foi diminuída de 64,71% para 51,70% entre os anos de 2000 e 2010 no Estado.

Medeiros et al. (2014) destaca que estas mudanças no padrão demográfico da população deverão nortear mudanças significativas nas políticas públicas, especialmente as voltadas para as áreas de educação e saúde. É provável, por exemplo, que a demanda atual por vagas no ensino fundamental seja aliviada em médio prazo, devendo dar mais possibilidade ao Governo para implementar medidas inovadoras de melhoria da qualidade do ensino.

Por outro lado, o envelhecimento da população deve ensejar por parte do Estado o planejamento de políticas específicas para cuidar dessas pessoas, contemplando, por exemplo, aspectos vinculados à melhoria nas condições de saúde da população idosa, à acessibilidade

aos lugares públicos e o financiamento das aposentadorias. Na próxima seção apresenta-se o perfil demográfico dos municípios piauienses.

## **O PERFIL DEMOGRÁFICO DOS MUNICÍPIOS DO PIAUÍ**

A Tabela 2 exibe a população residente dos dez maiores e menores municípios para os anos de 2000 e 2010, sobressaindo-se o município de Teresina que possuía em 2000 um percentual de 24,90% do contingente populacional do Estado passando para 26,11% em 2010, significando um aumento da concentração populacional na capital na última década.

**Tabela 2: População residente dos dez maiores e menores municípios - 2000/2010.**

| Municípios              | População Total 2000 |               | Municípios              | População Total 2010 |               |
|-------------------------|----------------------|---------------|-------------------------|----------------------|---------------|
|                         | N.º                  | %             |                         | N.º                  | %             |
| <b>Piauí</b>            | <b>2.841.202</b>     | <b>100,00</b> | <b>Piauí</b>            | <b>3.118.360</b>     | <b>100,00</b> |
| <b>10 maiores</b>       |                      |               | <b>10 maiores</b>       |                      |               |
| Teresina                | 707.994              | 24,90         | Teresina                | 814.230              | 26,11         |
| Parnaíba                | 132.282              | 4,65          | Parnaíba                | 145.705              | 4,67          |
| Picos                   | 66.548               | 2,34          | Picos                   | 73.414               | 2,35          |
| Piripiri                | 59.891               | 2,11          | Piripiri                | 61.834               | 1,98          |
| Floriano                | 54.591               | 1,92          | Floriano                | 57.690               | 1,85          |
| Campo Maior             | 42.673               | 1,50          | Campo Maior             | 45.177               | 1,45          |
| Barras                  | 40.891               | 1,44          | Barras                  | 44.850               | 1,44          |
| União                   | 39.801               | 1,40          | União                   | 42.654               | 1,37          |
| Pedro II                | 36.201               | 1,27          | Altos                   | 38.822               | 1,24          |
| Altos                   | 35.800               | 1,26          | Esperantina             | 37.767               | 1,21          |
| <b>10 menores</b>       |                      |               | <b>10 menores</b>       |                      |               |
| Aroeiras do Itaim       | 2.426                | 0,09          | Olho D'Água do Piauí    | 2.626                | 0,08          |
| Floresta do Piauí       | 2.416                | 0,08          | Tanque do Piauí         | 2.620                | 0,08          |
| Francisco Macedo        | 2.337                | 0,08          | São Luis do Piauí       | 2.561                | 0,08          |
| São Gonçalo Gurguéia    | 2.322                | 0,08          | Porto Alegre do Piauí   | 2.559                | 0,08          |
| Olho D'Água do Piauí    | 2.283                | 0,08          | Floresta do Piauí       | 2.482                | 0,08          |
| Lagoinha do Piauí       | 2.231                | 0,08          | Aroeiras do Itaim       | 2.440                | 0,08          |
| São M. da Baixa Grande  | 2.030                | 0,07          | Pedro Laurentino        | 2.407                | 0,08          |
| Santo Ant. dos Milagres | 1.876                | 0,07          | São M. da Baixa Grande  | 2.110                | 0,07          |
| Tamboril do Piauí       | 1.871                | 0,07          | Santo Ant. dos Milagres | 2.059                | 0,07          |
| Miguel Leão             | 1.370                | 0,05          | Miguel Leão             | 1.253                | 0,04          |

*Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2000 e 2010 (Dados definitivos). Elaboração do autor.*

A Tabela 3, por sua vez, mostra os municípios que experimentaram baixa variação ou onde o crescimento populacional foi negativo, estando à maioria deles distante da capital do Estado, que é o centro econômico do Piauí.

**Tabela 3: População residente e variação percentual: Piauí e os 10 municípios que mais cresceram e os 10 que menos cresceram - 2000/2010**

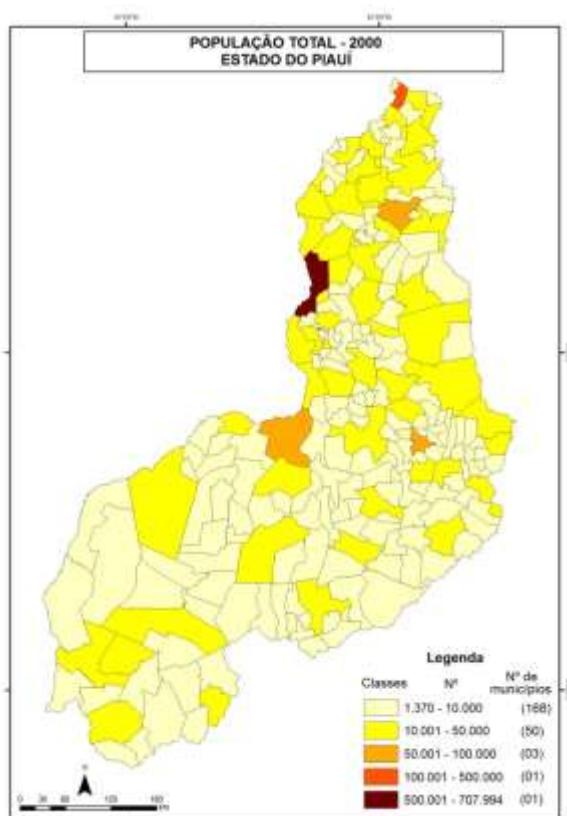
| <b>Município</b>                         | <b>Ano</b>       |                  | <b>Variação<br/>2000-2010 (%)</b> |
|--|------------------|------------------|-----------------------------------|
|  | <b>2000</b>      | <b>2010</b>      |                                   |
| <b>Piauí</b>                             | <b>2.841.202</b> | <b>3.118.360</b> | <b>9,67</b>                       |
| <b>10 municípios que mais cresceram</b>  |                  |                  |                                   |
| Nova Santa Rita                          | 2.704            | 4.187            | 54,84                             |
| Tamboril do Piauí                        | 1.871            | 2.753            | 47,14                             |
| Campo Grande do Piauí                    | 3.810            | 5.592            | 46,77                             |
| Bom Jesus                                | 15.924           | 22.629           | 42,11                             |
| Baixa Grande do Ribeiro                  | 7.779            | 10.516           | 35,18                             |
| Novo Santo Antônio                       | 2.443            | 3.260            | 33,44                             |
| Massapê do Piauí                         | 4.811            | 6.220            | 29,29                             |
| São João do Arraial                      | 5.734            | 7.336            | 27,94                             |
| Campo Alegre do Fidalgo                  | 3.671            | 4.693            | 27,84                             |
| Marcolândia                              | 6.178            | 7.812            | 26,45                             |
| <b>10 municípios que menos cresceram</b> |                  |                  |                                   |
| Miguel Leão                              | 1.370            | 1.253            | -8,54                             |
| São Félix do Piauí                       | 3.397            | 3.069            | -9,66                             |
| Bela Vista do Piauí                      | 4.206            | 3.778            | -10,18                            |
| Cajazeiras do Piauí                      | 3.742            | 3.343            | -10,66                            |
| Francisco Ayres                          | 5.236            | 4.477            | -14,50                            |
| Brejo do Piauí                           | 4.556            | 3.850            | -15,50                            |
| Sebastião Barros                         | 4.278            | 3.560            | -16,78                            |
| Padre Marcos                             | 8.125            | 6.657            | -18,07                            |
| Várzea Branca                            | 6.052            | 4.913            | -18,82                            |
| Pedro Laurentino                         | 3.730            | 2.407            | -35,47                            |

*Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2000 e 2010. Elaboração do autor.*

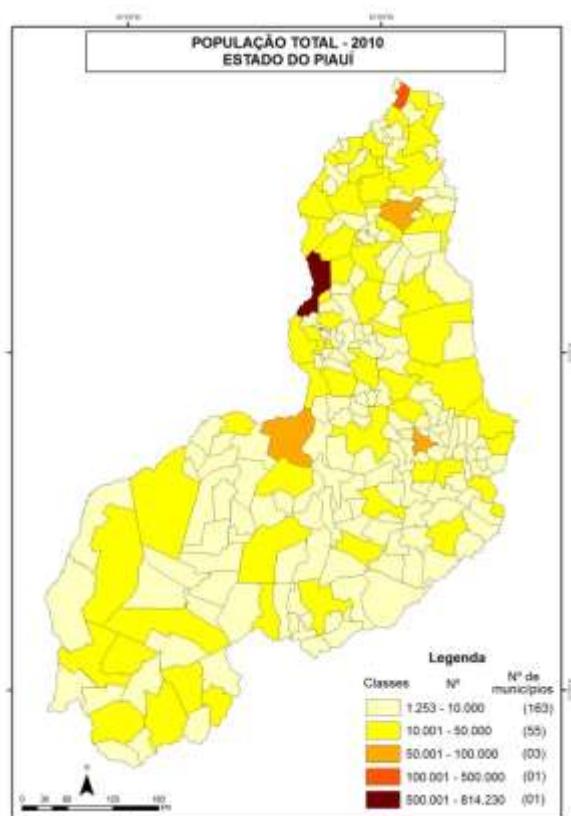
Menciona-se que dos 224 municípios piauienses, 48 registraram uma diminuição no tamanho da sua população entre 2000 e 2010, sendo que 44 estão no grupo de municípios com população inferior a 10.000 habitantes e 4 com população entre 10.001 e 50.000

habitantes, evidenciando que os pequenos municípios foram os que mais perderam contingente populacional na década passada.

Neste viés de análise, os Mapas temáticos 1 e 2 permitem a visualização da distribuição populacional municipal no território piauiense para os anos de 2000 e 2010, podendo-se localizar os maiores e menores, avaliar a presença de agrupamentos de cidades com alta densidade de habitantes, assim como efetuar uma comparação espaço-temporal entre eles. Destaca-se a capital Teresina e a cidade de Parnaíba, que em ambos os anos possuíam contingente populacional acima de 500.000 e 100.000 habitantes, respectivamente.



**Mapa 1:** População total segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 2:** População total segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

## A TAXA DE URBANIZAÇÃO E A DENSIDADE DEMOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS

Ao analisarmos o crescimento demográfico nas áreas urbanas e rurais verifica-se uma dinâmica diferenciada no Piauí. A população urbana do estado aumentou em aproximadamente 262.369 pessoas entre 2000 e 2010.

Essa elevação do contingente populacional urbano foi dada por uma taxa de crescimento relativo de 14,67% neste intervalo temporal. Por sua vez, a população rural apresentou uma pequena elevação, com aumento de apenas 12.698 pessoas, representando um incremento de 1,2%.

Estes dados da mudança demográfica da população urbana e rural no Piauí podem ser visualizados na Tabela 4, que também mostra os municípios que tiveram os maiores crescimentos demográficos na última década, nas áreas urbanas e rurais.

**Tabela 4: População residente e variação percentual: Piauí e os 10 municípios que mais cresceram sua população urbana e rural - 2000/2010**

| <b>Estado/Município</b>                                    | <b>Ano</b>       |                  | <b>Variação<br/>2000-2010 (%)</b> |
|--|------------------|------------------|-----------------------------------|
|  | <b>2000</b>      | <b>2010</b>      |                                   |
| <b>Piauí - Urbano</b>                                      | <b>1.788.590</b> | <b>2.050.959</b> | <b>14,67</b>                      |
| <b>Piauí - Rural</b>                                       | <b>1.054.703</b> | <b>1.067.401</b> | <b>1,20</b>                       |
| <b>10 municípios que mais cresceram - população urbana</b> |                  |                  |                                   |
| Capitão Gervásio Oliveira                                  | 358              | 1.162            | 224,58                            |
| Campo Alegre do Fidalgo                                    | 410              | 1.224            | 198,54                            |
| Novo Santo Antônio   | 307              | 916              | 198,37                            |
| Sebastião Barros   | 465              | 1.112            | 139,14                            |
| Dom Inocêncio  | 856              | 2.018            | 135,75                            |
| São Francisco de Assis do Piauí                            | 705              | 1.429            | 102,70                            |
| Morro Cabeça no Tempo                                      | 704              | 1.404            | 99,43                             |
| Ribeira do Piauí   | 523              | 1.030            | 96,94                             |
| Pedro Laurentino   | 448              | 819              | 82,81                             |
| Belém do Piauí   | 879              | 1.603            | 82,37                             |
| <b>10 municípios que mais cresceram - população rural</b>  |                  |                  |                                   |
| Campo Grande do Piauí                                      | 2.630            | 4.023            | 52,97                             |
| Teresina   | 30.524           | 46.673           | 52,91                             |
| Nova Santa Rita  | 2.302            | 3.483            | 51,30                             |
| Tamboril do Piauí  | 837              | 1.241            | 48,27                             |
| São Gonçalo do Piauí                                       | 983              | 1.446            | 47,10                             |
| Conceição do Canindé                                       | 1.588            | 2.112            | 33,00                             |
| Água Branca  | 1.442            | 1.912            | 32,59                             |
| Massapê do Piauí   | 4.040            | 5.284            | 30,79                             |
| Francisco Santos   | 3.582            | 4.613            | 28,78                             |
| Simplício Mendes   | 3.849            | 4.914            | 27,67                             |

*Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2000 e 2010. Elaboração do autor.*

Como se observa, os municípios de Capitão Gervásio Oliveira, Campo Alegre do Fidalgo, Novo Santo Antônio, Sebastião Barros e Dom Inocêncio experimentaram as maiores taxas de crescimento populacional urbano no último decênio. Ressalta-se, entretanto, que a principal característica dessas cidades é possuir reduzido contingente de habitantes na zona urbana.

Quanto às áreas rurais, os municípios de Campo Grande do Piauí, Teresina, Nova Santa Rita, Tamboril do Piauí e São Gonçalo do Piauí apresentaram os maiores incrementos populacionais. Desse modo, destaca-se a capital do Estado (Teresina), que ainda detêm cerca de 6% de sua população classificada como rural no último censo demográfico.

Vale mencionar que essa dinâmica diferenciada entre os espaços urbano e rural afeta diretamente a taxa de urbanização do Estado e de seus municípios. Nesse sentido, a Tabela 5 mostra a referida taxa para os municípios mais e menos urbanizados em 2000 e 2010, destacando-se Guadalupe, Parnaíba, Teresina, Água Branca, Floriano e Marcos Parente, que registraram proporções superiores a 85% em 2010.

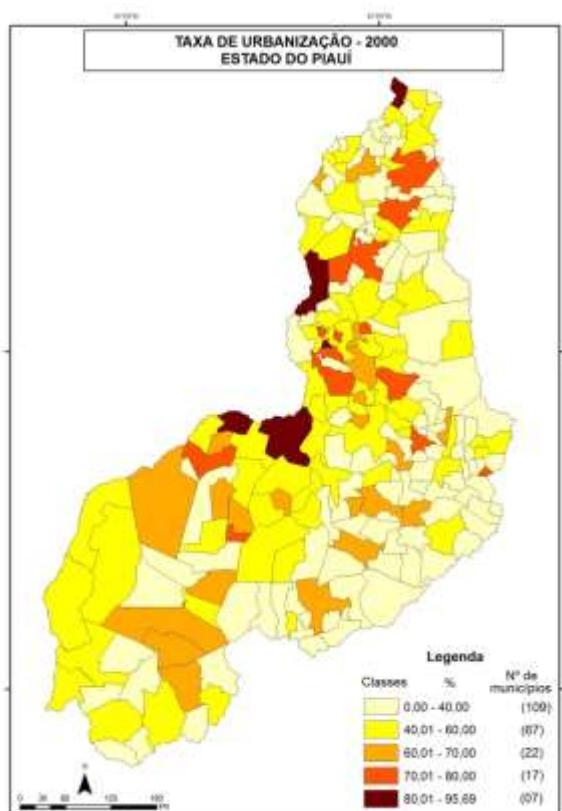
**Tabela 5: Taxa de Urbanização (%): Piauí e os 10 municípios mais urbanizados e os 10 municípios menos urbanizados - 2000 e 2010.**

| <b>Município</b>          | <b>2000</b>  | <b>Município</b>    | <b>2010</b>  |
|---------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| <b>Piauí</b>              | <b>71,53</b> | <b>Piauí</b>        | <b>75,09</b> |
| <b>10 maiores</b>         |              | <b>10 maiores</b>   |              |
| Teresina                  | 95,69        | Guadalupe           | 95,85        |
| Parnaíba                  | 94,49        | Parnaíba            | 94,36        |
| Guadalupe                 | 93,47        | Teresina            | 94,27        |
| Água Branca               | 90,07        | Água Branca         | 88,38        |
| Floriano                  | 85,52        | Floriano            | 86,62        |
| Ilha Grande               | 82,45        | Marcos Parente      | 86,29        |
| Demerval Lobão            | 82,10        | Marcolândia         | 85,86        |
| Hugo Napoleão             | 79,53        | Ilha Grande         | 83,52        |
| Picos                     | 78,96        | Prata do Piauí      | 82,72        |
| Colônia do Gurguéia       | 77,53        | Hugo Napoleão       | 82,15        |
| <b>10 menores</b>         |              | <b>10 menores</b>   |              |
| Ribeira do Piauí          | 11,46        | Jacobina do Piauí   | 17,90        |
| Paquetá                   | 11,35        | Caraúbas do Piauí   | 17,59        |
| Campo Alegre do Fidalgo   | 11,17        | Nova Santa Rita     | 16,81        |
| Sebastião Barros          | 10,87        | Cabeceiras do Piauí | 16,69        |
| Capitão Gervásio Oliveira | 10,43        | Massapê do Piauí    | 15,05        |
| Dom Inocêncio             | 9,61         | Pau D'Arco do Piauí | 14,80        |
| Queimada Nova             | 9,01         | Queimada Nova       | 13,52        |
| Aroeiras do Itaim         | 0,00         | Paquetá             | 13,43        |
| Nazária                   | 0,00         | Acauã               | 13,35        |
| Pau D'Arco do Piauí       | 0,00         | Aroeiras do Itaim   | 9,75         |

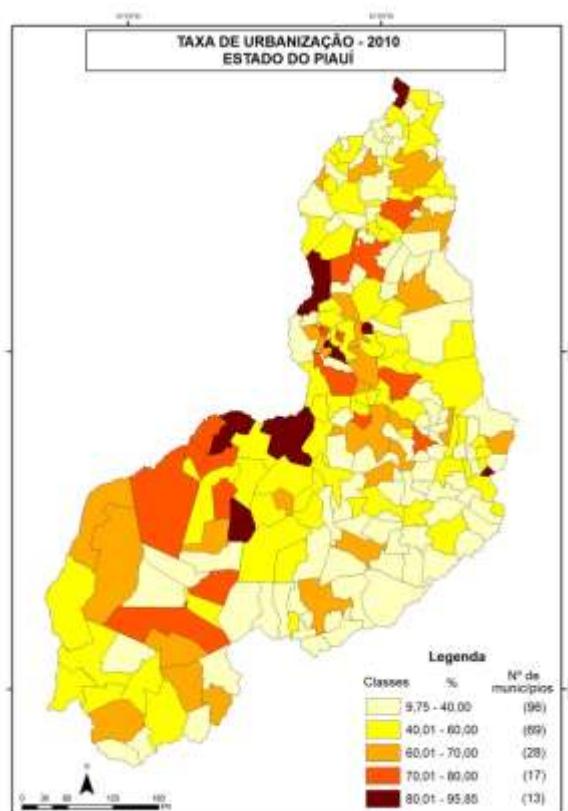
*Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2000 e 2010. Elaboração do autor.*

Os mapas temáticos 3 e 4 permitem a análise espaço-temporal da taxa de urbanização para os municípios piauienses, evidenciando um valor mais alto para as cidades que estão próximas a capital do Estado, Teresina, nos dois anos analisados.

Este resultado provavelmente decorre de um maior desenvolvimento da capital em relação às outras regiões do Piauí, em termos de serviços sociais, infraestrutura, economia e geração de empregos. Constata-se também que, em 2000, tinha-se 07 cidades com taxa de urbanização acima de 80%, aumentando para 13 em 2010, conforme pode ser visualizado nos referidos mapas.



**Mapa 3:** Taxa de urbanização segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 4:** Taxa de urbanização segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

A densidade demográfica consiste em um indicador voltado para a análise da concentração populacional em uma área geográfica, sendo importante no tocante a estudos populacionais, sociais e econômicos. Ela é calculada pela relação entre o número de habitantes e a área total. Assim, o indicador de densidade demográfica utilizado neste trabalho corresponde à divisão da população total pela extensão territorial, medida em  $\text{km}^2$ .

Em termos de densidade demográfica, o estado do Piauí registrou no ano 2000 um valor de 11,30 hab./ $\text{km}^2$ , passando para 12,40 hab./ $\text{km}^2$  no ano de 2010, ou seja, um incremento de apenas 1 hab./ $\text{km}^2$ .

A densidade demográfica municipal pode ser consultada na Tabela 6, que exibe os dez maiores e menores municípios piauienses para os anos de 2000 e 2010. Evidentemente, a distribuição da população no território estadual não é equitativa.

Teresina, capital do Estado, constitui-se na área mais densamente povoada do Piauí, sendo acompanhada das cidades de Parnaíba, Água Branca, Picos e Ilha Grande, tanto em 2000 quanto em 2010. No lado oposto, os municípios com as menores densidades demográficas em 2010 foram: Currais, Guaribas, Baixa Grande do Ribeiro, Sebastião Leal e Santa Filomena.

**Tabela 6: Densidade demográfica (hab./km<sup>2</sup>) dos dez maiores e menores municípios - Piauí - 2000/2010.**

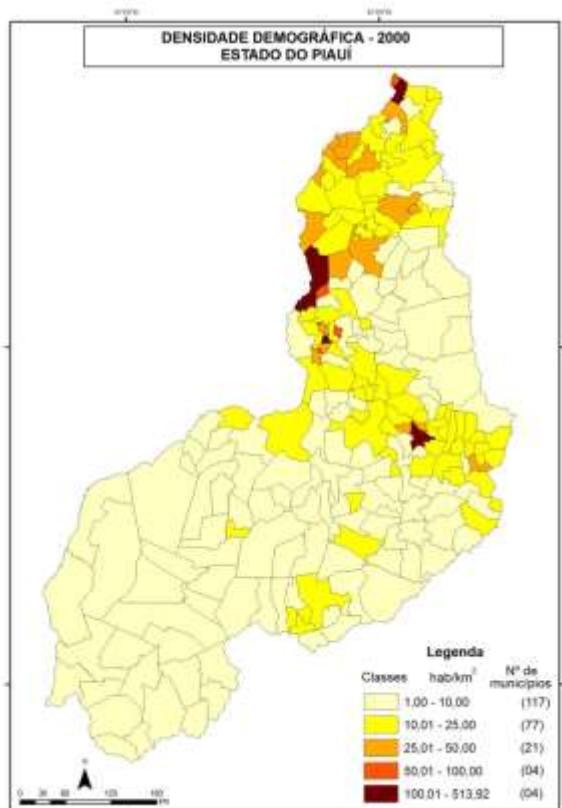
| <b>Município</b>           | <b>2000</b>  | <b>Município</b>           | <b>2010</b>  |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| <b>Piauí</b>               | <b>11,30</b> | <b>Piauí</b>               | <b>12,40</b> |
| <b>10 maiores</b>          |              | <b>10 maiores</b>          |              |
| Teresina                   | 513,92       | Teresina                   | 584,94       |
| Parnaíba                   | 303,70       | Parnaíba                   | 334,51       |
| Água Branca                | 149,60       | Água Branca                | 169,53       |
| Picos                      | 128,99       | Picos                      | 137,30       |
| Ilha Grande                | 58,74        | Ilha Grande                | 66,36        |
| Demerval Lobão             | 57,60        | Santo Antônio dos Milagres | 62,12        |
| Santo Antônio dos Milagres | 56,60        | Demerval Lobão             | 61,24        |
| Barro Duro                 | 51,76        | Marcolândia                | 54,30        |
| Agricolândia               | 47,50        | Barro Duro                 | 50,39        |
| Matias Olímpio             | 42,97        | Porto                      | 47,08        |
| <b>10 menores</b>          |              | <b>10 menores</b>          |              |
| João Costa                 | 1,68         | Brejo do Piauí             | 1,76         |
| São Gonçalo do Gurguéia    | 1,68         | Tamboril do Piauí          | 1,73         |
| Guaribas                   | 1,54         | Ribeiro Gonçalves          | 1,72         |
| Barreiras do Piauí         | 1,53         | João Costa                 | 1,64         |
| Tamboril do Piauí          | 1,52         | Barreiras do Piauí         | 1,59         |
| Ribeiro Gonçalves          | 1,44         | Currais                    | 1,49         |
| Currais                    | 1,34         | Guaribas                   | 1,41         |
| Sebastião Leal             | 1,22         | Baixa Grande do Ribeiro    | 1,35         |
| Santa Filomena             | 1,14         | Sebastião Leal             | 1,31         |
| Baixa Grande do Ribeiro    | 1,00         | Santa Filomena             | 1,15         |

*Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2000 e 2010. Elaboração do autor.*

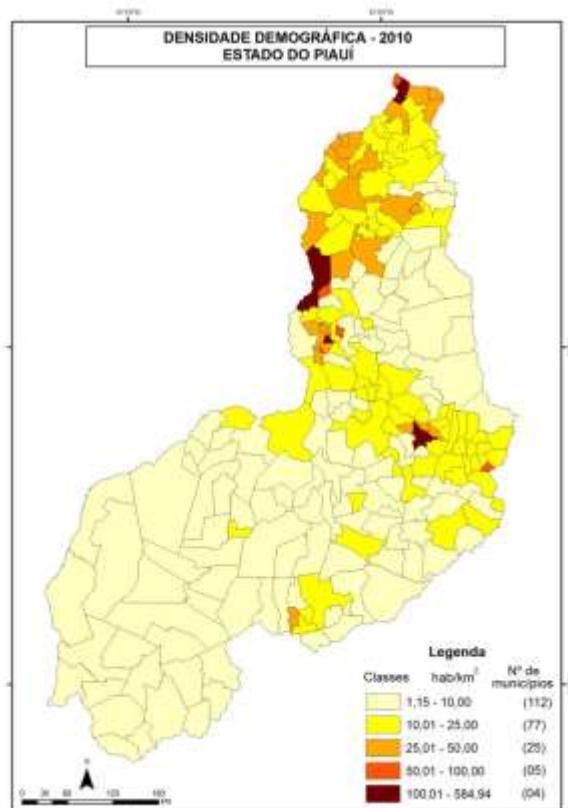
É importante destacar que Teresina possuía em 2010 uma densidade demográfica superior a 580 hab./km<sup>2</sup>. Com a tendência de elevação do valor deste indicador nos próximos

anos, certamente ocorrerá uma maior demanda da população por serviços públicos, havendo assim, necessidade de maiores investimentos nas áreas de infraestrutura, saúde, educação, segurança, transporte público, entre outras.

Os Mapas 5 e 6 exibem a densidade demográfica para os municípios piauienses, verificando-se uma maior aglomeração de pessoas nos municípios localizados na parte norte e central do Estado, enquanto na parte sul averígu-se uma aglomeração de cidades com baixa densidade demográfica (inferior a 10 hab./km<sup>2</sup>).



**Mapa 5:** Densidade demográfica segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 6:** Densidade demográfica segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

## A TAXA DE FECUNDIDADE, MORTALIDADE E A ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER NOS MUNICÍPIOS

A taxa de fecundidade é entendida como o número médio de filhos que uma mulher teria ao longo de seu período reprodutivo (15 a 49 anos de idade). Ela constitui-se em um importante indicador demográfico, na medida em que avalia o comportamento reprodutivo de uma sociedade.

No que tange à taxa de fecundidade da população piauiense, a mesma passou de 2,67 no ano de 2000 para 1,99 filhos por mulher no ano de 2010 (Tabela 7), acompanhando a tendência

brasileira de decrescimento, onde no ano de 2000 registrou-se um valor de 2,37 passando para 1,89 filhos por mulher em 2010.

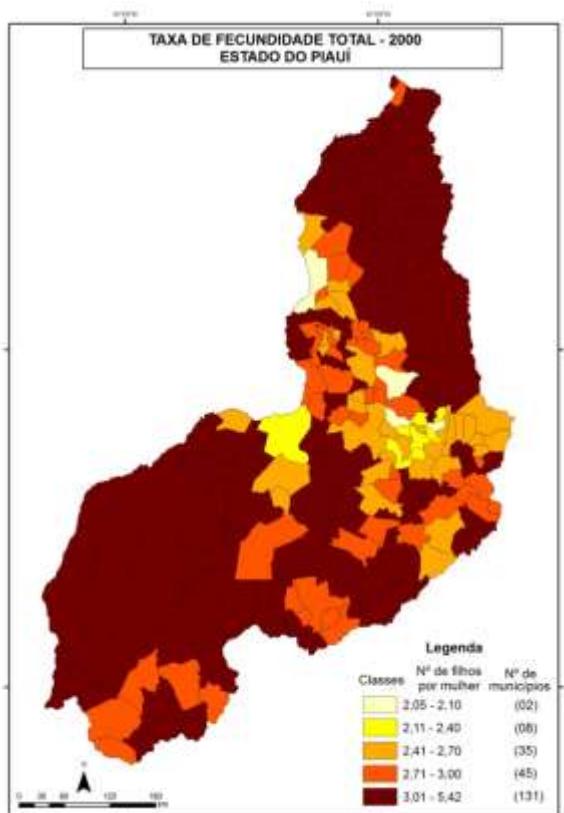
**Tabela 7: Taxa de fecundidade total dos dez maiores e menores municípios - 2000/2010.**

| <b>Município</b>        | <b>2000</b> | <b>Município</b>        | <b>2010</b> |
|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| <b>Piauí</b>            | 2,67        | <b>Piauí</b>            | 1,99        |
| <b>10 maiores</b>       |             | <b>10 maiores</b>       |             |
| Caxingó                 | 5,42        | Alvorada do Gurguéia    | 3,22        |
| Campo Largo do Piauí    | 4,96        | Santa Filomena          | 3,18        |
| Madeiro                 | 4,93        | Madeiro                 | 3,17        |
| Porto Alegre do Piauí   | 4,72        | Baixa Grande do Ribeiro | 3,17        |
| São Gonçalo do Gurguéia | 4,72        | Campo Largo do Piauí    | 3,10        |
| Porto                   | 4,68        | Fartura do Piauí        | 3,08        |
| Murici dos Portelas     | 4,67        | Murici dos Portelas     | 3,06        |
| Miguel Alves            | 4,50        | Ribeiro Gonçalves       | 3,04        |
| Joca Marques            | 4,49        | Morro Cabeça no Tempo   | 3,04        |
| Ribeiro Gonçalves       | 4,29        | Porto Alegre do Piauí   | 2,96        |
| <b>10 menores</b>       |             | <b>10 menores</b>       |             |
| Aroeiras do Itaim       | 2,27        | Campo Maior             | 1,72        |
| Dom Expedito Lopes      | 2,27        | Parnaíba                | 1,72        |
| Santa Cruz do Piauí     | 2,27        | São Luis do Piauí       | 1,71        |
| São Luis do Piauí       | 2,27        | Queimada Nova           | 1,69        |
| Sussuapara              | 2,27        | Aroeiras do Itaim       | 1,69        |
| Picos                   | 2,26        | Sussuapara              | 1,69        |
| Valença do Piauí        | 2,06        | Valença do Piauí        | 1,67        |
| Bocaina                 | 2,05        | Bocaina                 | 1,59        |
| Ipiranga do Piauí       | 2,05        | Floriano                | 1,55        |
| Teresina                | 2,05        | Teresina                | 1,42        |

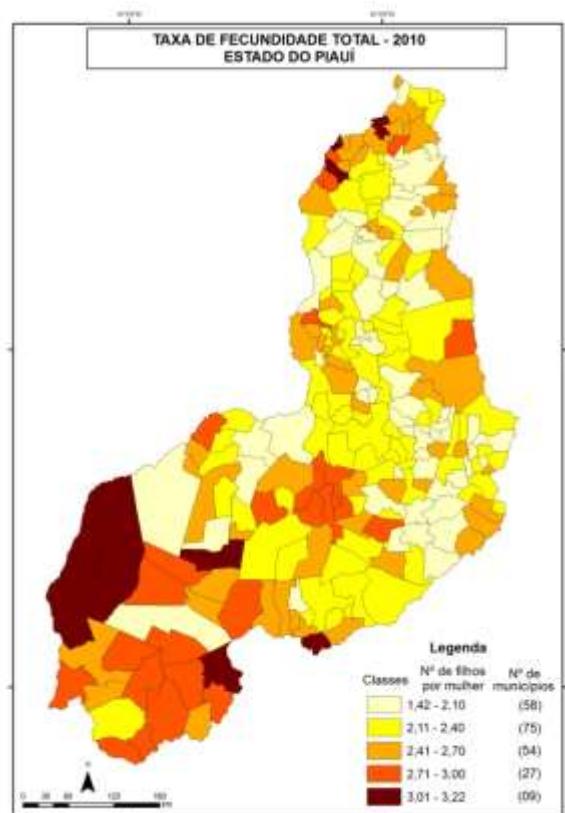
*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, PNUD. Elaboração do autor.*

Em relação aos municípios piauienses, os que obtiveram as maiores valores do indicador no ano de 2010 corresponderam a Alvorada do Gurguéia (3,22), Santa Filomena (3,18), Madeiro (3,17), Baixa Grande do Ribeiro (3,17) e Campo Largo do Piauí (3,10). Em contrapartida, os municípios de Sussuapara (1,69), Valença do Piauí (1,67), Bocaina (1,59), Floriano (1,55) e Teresina (1,42) apresentaram as menores taxas de fecundidade, conforme dados expostos na Tabela 7.

Os mapas temáticos concernentes aos anos de 2000 (Mapa 7) e 2010 (Mapa 8) permitem a análise da distribuição territorial da taxa de fecundidade, evidenciando um significativo arrefecimento do indicador na última década, retratando um novo perfil para a família piauiense, com uma tendência de ter-se menos filhos.



**Mapa 7:** Taxa de fecundidade segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 8:** Taxa de fecundidade segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

Segundo Medeiros et al. (2014), a redução da taxa de fecundidade pode ter ocorrido em decorrência de vários fatores, como por exemplo, a maior utilização de métodos contraceptivos, a entrada efetiva da mulher no mercado de trabalho, o desenvolvimento de campanhas de educação sexual, o planejamento familiar, entre outros.

Quanto à taxa de mortalidade infantil, a mesma corresponde à estimativa da probabilidade de não sobrevivência do indivíduo no primeiro ano de vida, isto é, ela corresponde ao número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 nascidas vivas. Este indicador é historicamente utilizado na análise de políticas públicas aplicadas ao campo da saúde e da demografia por possibilitar mensuração das condições de bem-estar de uma população.

A Tabela 8 exibe os dados do índice para os dez maiores e menores municípios do Piauí nos anos de 2000 e 2010. Verifica-se uma acentuada redução da taxa de mortalidade infantil (44,95%) no Estado, passando de 41,87 no ano 2000 para 23,05 mortes por mil nascidos vivos em

2010. Em relação aos municípios, os que atingiram o melhor desempenho no ano de 2010 foram Guadalupe (20,30), Bom Jesus (19,60), Floriano (19,10), Parnaíba (16,83) e Teresina (16,13).

Por sua vez, as taxas mais elevadas concentraram-se nas cidades de Curral Novo do Piauí (41,50), Vera Mendes (41,50), Vila Nova do Piauí (41,50), Tamboril do Piauí (41,50) e Acauã (39,80).

**Tabela 8: Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) dos dez maiores e menores municípios - 2000/2010.**

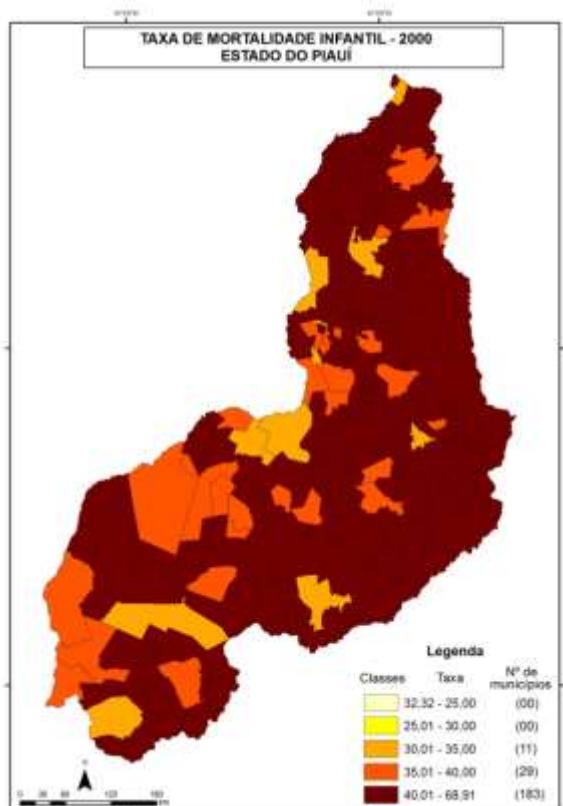
| Município            | 2000  | Município            | 2010  |
|----------------------|-------|----------------------|-------|
| <b>Piauí</b>         | 41,87 | <b>Piauí</b>         | 23,05 |
| <b>10 maiores</b>    |       | <b>10 maiores</b>    |       |
| Santa Rosa do Piauí  | 68,91 | Curral Novo do Piauí | 41,50 |
| Curral Novo do Piauí | 67,35 | Vera Mendes          | 41,50 |
| Vera Mendes          | 67,35 | Vila Nova do Piauí   | 41,50 |
| Acauã                | 67,09 | Tamboril do Piauí    | 41,50 |
| Luzilândia           | 67,09 | Acauã                | 39,80 |
| Betânia do Piauí     | 66,61 | Belém do Piauí       | 38,90 |
| Novo Santo Antônio   | 66,61 | Santa Rosa do Piauí  | 38,20 |
| Wall Ferraz          | 65,53 | Padre Marcos         | 38,20 |
| Padre Marcos         | 63,95 | Luzilândia           | 38,00 |
| Caxingó              | 63,19 | São José do Piauí    | 37,90 |
| <b>10 menores</b>    |       | <b>10 menores</b>    |       |
| São Raimundo Nonato  | 34,57 | Jerumenha            | 21,50 |
| Jerumenha            | 34,54 | Santa Filomena       | 21,20 |
| Nazária              | 34,54 | Corrente             | 21,20 |
| Angical do Piauí     | 34,23 | Campo Maior          | 20,50 |
| Miguel Leão          | 34,23 | Uruçuí               | 20,40 |
| Bom Jesus            | 34,09 | Guadalupe            | 20,30 |
| Floriano             | 34,09 | Bom Jesus            | 19,60 |
| Parnaíba             | 34,09 | Floriano             | 19,10 |
| Teresina             | 32,67 | Parnaíba             | 16,83 |
| Picos                | 32,32 | Teresina             | 16,13 |

*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, PNUD. Elaboração do autor.*

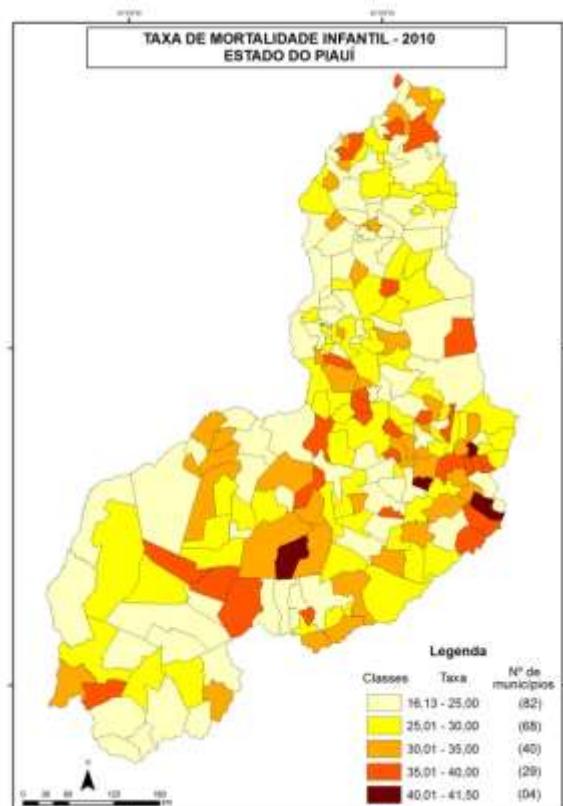
Conforme Medeiros et al. (2014), além da redução do número de filhos por família, que possibilita uma maior demanda por investimento na saúde dos mesmos, esta significativa diminuição da taxa de mortalidade infantil no último decênio pode ser atribuída a algumas políticas públicas de extrema relevância, como, por exemplo, o maior acesso às campanhas de imunização, a diminuição da exposição às doenças parasitárias e infectocontagiosas a partir da

melhoria das condições de saneamento básico, bem como o fortalecimento de políticas de atenção básica com foco em visitas domiciliares, tal qual o programa Saúde da Família.

Nos Mapas 9 e 10 ilustra-se geograficamente a forte redução da taxa de mortalidade infantil na última década no Estado, onde se registrou, no ano 2000, um quantitativo de 183 municípios (do total de 224) com índices superiores a 40 mortes por mil nascidos vivos, diminuindo drasticamente para apenas 4 em 2010.



**Mapa 9:** Taxa de mortalidade infantil segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 10:** Taxa de mortalidade infantil segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

Finalmente, nesta seção, apresentam-se os dados da Esperança de Vida ao nascer, que se constitui em um importante indicador para mensurar a qualidade de vida das pessoas, pois a mesma incorpora as condições sociais, de saúde e de salubridade, medindo as taxas de mortalidade das diferentes faixas etárias.

Este indicador captura, por exemplo, os efeitos das causas de morte devido às doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, diabetes, doenças do aparelho respiratório e neoplasias, bem como as mortes provocadas por causas externas (violências e acidentes) na fase adulta, sintetizando assim os efeitos de uma série de melhorias e avanços nas condições de vida de uma população (PNUD, 2013).

Portanto, a Esperança de vida ao nascer estima o número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, permanecendo-se constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade por idade, referentes ao ano do censo.

A Tabela 9 mostra os dados deste indicador para o Piauí e os dez maiores e menores municípios. Observa-se um acentuado incremento da esperança de vida ao nascer no Estado, saindo de 65,55 anos em 2000 para 71,62 em 2010, equivalendo a um avanço de 6,18 anos na última década.

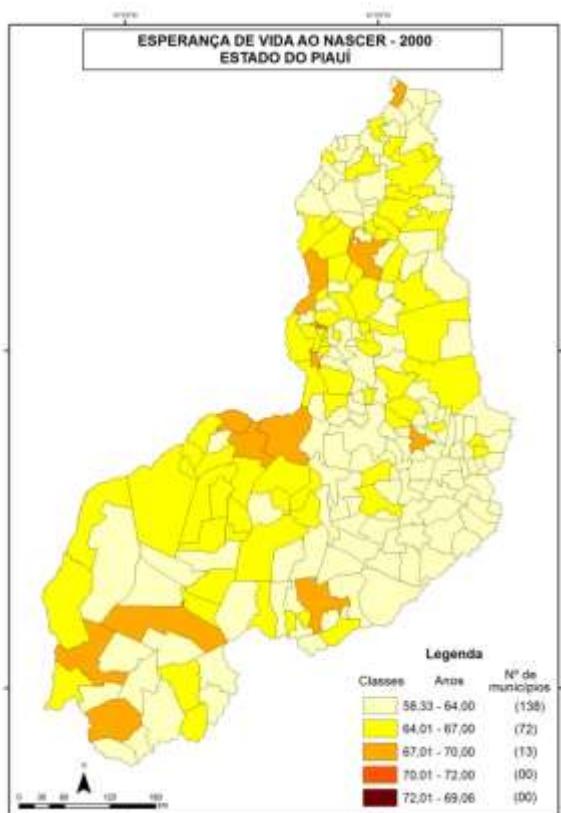
**Tabela 9: Esperança de vida ao nascer (em anos) dos dez maiores e menores municípios - 2000/2010.**

| <b>Município</b>     | <b>2000</b> | <b>Município</b>     | <b>2010</b> |
|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| <b>Piauí</b>         | 65,55       | <b>Piauí</b>         | 71,62       |
| <b>10 maiores</b>    |             | <b>10 maiores</b>    |             |
| Teresina             | 69,06       | Teresina             | 74,22       |
| Picos                | 68,10       | Parnaíba             | 73,98       |
| Bom Jesus            | 67,52       | Floriano             | 73,13       |
| Floriano             | 67,52       | Picos                | 73,00       |
| Parnaíba             | 67,52       | Bom Jesus            | 72,93       |
| Angical do Piauí     | 67,47       | Guadalupe            | 72,65       |
| Miguel Leão          | 67,47       | Uruçuí               | 72,63       |
| Jerumenha            | 67,37       | Campo Maior          | 72,58       |
| Nazária              | 67,37       | Santa Filomena       | 72,34       |
| Campo Maior          | 67,36       | Corrente             | 72,31       |
| <b>10 menores</b>    |             | <b>10 menores</b>    |             |
| Ilha Grande          | 59,61       | São José do Piauí    | 67,02       |
| Padre Marcos         | 59,44       | Luzilândia           | 67,00       |
| Wall Ferraz          | 59,08       | Santa Rosa do Piauí  | 66,96       |
| Betânia do Piauí     | 58,84       | Padre Marcos         | 66,95       |
| Novo Santo Antônio   | 58,84       | Belém do Piauí       | 66,77       |
| Acauã                | 58,73       | Acauã                | 66,53       |
| Luzilândia           | 58,73       | Tamboril do Piauí    | 66,10       |
| Curral Novo do Piauí | 58,67       | Vila Nova do Piauí   | 66,10       |
| Vera Mendes          | 58,67       | Curral Novo do Piauí | 66,10       |
| Santa Rosa do Piauí  | 58,33       | Vera Mendes          | 66,10       |

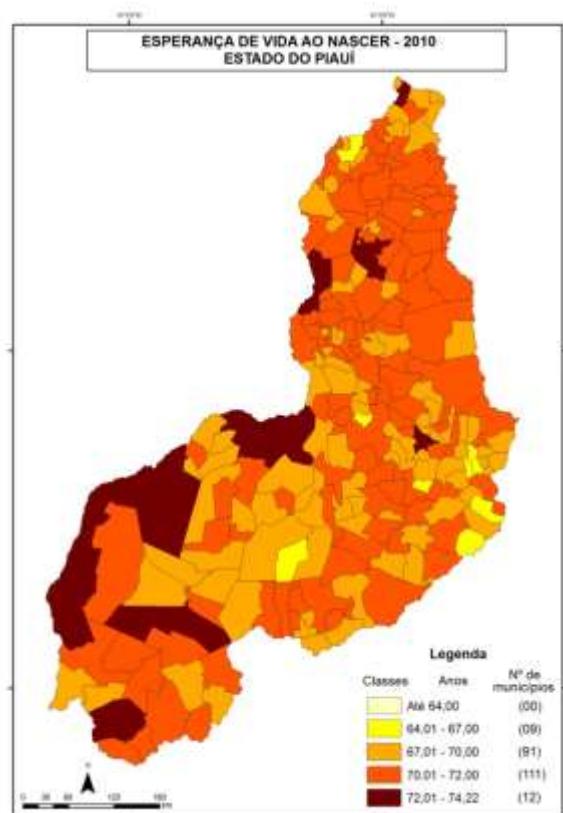
*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, PNUD. Elaboração do autor.*

Em relação às cidades piauienses, as que alcançaram o melhor desempenho no ano de 2010 foram: Teresina (74,22), Parnaíba (73,98), Floriano (73,13), Picos (73,00) e Bom Jesus (72,93). Entretanto, as menores expectativas de vida localizaram-se nos municípios de Acauã (66,53), Tamboril do Piauí (66,10), Vila Nova do Piauí (66,10), Curral Novo do Piauí (66,10) e Vera Mendes (66,10).

Nos mapas temáticos, a seguir, percebe-se claramente um avanço da esperança de vida ao nascer para os 224 municípios do Estado, uma vez que a legenda desses mapas foi elaborada de forma a permitir a comparação temporal.



**Mapa 11:** Esperança de vida ao nascer segundo os municípios do Piauí – 2000. Elaboração do autor.



**Mapa 12:** Esperança de vida ao nascer segundo os municípios do Piauí – 2010. Elaboração do autor.

Observando os mesmos, constata-se que 138 municípios tinham o valor da esperança de vida ao nascer igual ou menor a 64 anos em 2000, enquanto que no ano de 2010 todos os municípios ultrapassaram esta meta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos aspectos mais relevantes da abordagem aqui empreendida se refere ao estudo da localização geográfica da população, cuja lógica é, por natureza, desigual e bastante concentradora, motivada fortemente pelos processos econômicos.

Dessa forma, as dinâmicas demográfica e econômica caminham de forma conjunta, uma vez que a primeira dimensiona demandas que a segunda, teoricamente, teria que suprir.

Assim, a economia, regida por leis de mercado, determina em que níveis as necessidades da população serão contempladas.

No que se refere à dinâmica demográfica do Estado, constatou-se que a população piauiense registrou um incremento populacional na última década, tendo um crescimento relativo de 9,8%.

Vale mencionar que o Piauí apresentou uma positiva evolução no que se refere à mortalidade infantil e a esperança de vida ao nascer. No tocante a distribuição populacional por área geográfica (urbana e rural), constatou-se que a população rural apresentou uma taxa de crescimento pequena (1,2%) na última década, significando um acréscimo de 12.698 habitantes.

Já a população urbana registrou um aumento de 262.369 pessoas, alcançando uma taxa de crescimento relativo de 14,67%, confirmando um processo de incremento da população urbana no Piauí, onde no ano de 2013 anotou-se uma taxa de urbanização de 68,4%.

Este acelerado crescimento populacional das áreas urbanas, notadamente na capital, constitui-se em um grande desafio para o governo, uma vez que se necessita evitar que o fluxo migratório para as cidades seja superior à capacidade de implantação de infraestrutura urbana adequada por parte do poder público, não gerando novas áreas periféricas e desassistidas por serviços públicos, tais como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, segurança, educação e saúde.

## **REFERÊNCIAS**

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford, Claredon Press. 193 p. 1987.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 02/05/2015.

MARICATO, E. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L. B. (Org). **Urbanização Brasileira: redescobertas.** Belo Horizonte - MG, Ed. C/Arte, p. 78-96. 2003.  
MEDEIROS, C. N.; OLIVEIRA, V. H.; MENEZES, A. S. B.; RODRIGUES, L. R. O padrão de crescimento demográfico no Estado do Ceará. In: BARRETO, F. A.; MENEZES, A. S. B.

**Desenvolvimento Econômico do Ceará: Evidências recentes e reflexões.** IPECE.  
Fortaleza, Ceará. 11-46 p, 2014.

MEDEIROS, C. N; PETTA, R. A; DUARTE, C. R. Mapeamento de indicadores  
socioeconômicos do município de Parnamirim (RN) utilizando técnicas de geoprocessamento.  
**Revista Geografia**, v. 30, nº 3, p. 163-181. 2005.

PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil.** Brasília: PNUD/ONU, 2013.  
Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 05/06/2015.

SANTOS, M. A **Urbanização Brasileira.** 5<sup>a</sup> ed. São Paulo – SP, 176p, 2008.

## ANÁLISE ESPACIAL DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD) EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO NORTE DO PIAUÍ

Reurysson Chagas de Sousa **MORAIS**

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFC

reurysson@ifpi.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/9693291055100099>

Inessa Racine Gomes de **ARAÚJO**

Graduanda em Geoprocessamento pelo IFPI

inessa.racine10@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/5725362131428571>

### RESUMO:

Na região norte do estado do Piauí, nordeste do Brasil, a perfuração de poços tem sido uma alternativa ao precário sistema de abastecimento público, no entanto, a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) na água pode limitar seu uso para abastecimento. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise espacial da concentração STD em águas subterrâneas da região norte do Piauí. Para tanto, realizou-se uma interpolação dos valores de STD registrados nos poços da região, disponibilizados no banco de dados do Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado Do Piauí, com uso de método geoestatístico. Posteriormente, buscou-se correlacioná-los com as características geológicas da região. O resultado demonstrou que as águas doces ocorrem em uma área de 201 km<sup>2</sup>, enquanto que as águas salobras e salinas ocorrem em uma área 796 e 1.180 km<sup>2</sup>, respectivamente e apresentaram correspondência espacial com as áreas de afloramento de rochas da suíte intrusiva Chaval. As áreas que apresentaram maior estimativa de ocorrência de água doce estão localizadas nas proximidades da foz dos rios Camurupim e Igaraçu, e nas demais porções da faixa litorânea a estimativa da ocorrência de STD aponta para uma salinização das águas subterrâneas, que possivelmente pode estar associado a intrusão salina devido a exploração excessiva do manancial subterrâneo.

**Palavras-Chave:** Geoestatística. SIG. Qualidade de Água.

## SPACE ANALYSIS OF TOTAL DISSOLVED SOLIDS CONCENTRATION (STD) GROUNDWATER IN THE REGION NORTH PIAUÍ

### ABSTRACT:

In the northern region of the state of Piauí, Northeast Brazil, drilling wells has been an alternative to slum public supply system, however, the concentration of total dissolved solids (TDS) in water may limit its use to supply. The objective of this study was to perform a spatial analysis of the concentration of TDS in groundwater in the northern Piauí. Therefore, there was an interpolation of TDS amounts recorded in the wells of the region, available on the Digital Atlas database of Groundwater Resources of the State of Piauí, using geostatistical method. Later, it was tried to correlate them with the geological characteristics of the region. The results showed that freshwaters occur in an area of 201 km<sup>2</sup>, while the brackish and saline waters occur in an area 796 and 1,180 km<sup>2</sup> respectively and presented spatial correspondence with areas of rock outcrops of intrusive suite Chaval. The areas that had higher freshwater occurrence estimation are located near the mouths of rivers Camurupim and Igaraçu and in other portions of the coastal strip estimating the occurrence of TDS points to a salinization of groundwater, which they may possibly be associated with saline intrusion due to over-exploitation of groundwater.

**Keywords:** Geostatistics. GIS. Water quality.

### ANÁLISIS ESPACIAL DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELtos (STD) EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA REGIÓN NORTE DE PIAUI.

### RESUMEN:

En la región norte de estado de Piaui, nordeste de Brasil, la perforación de pozos tiene sido una alternativa al precario sistema de abastecimiento público, por lo tanto, la concentración de sólidos totales disueltos (STD) en el agua puede limitar su uso para abastecimiento. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis espacial de la concentración de STD en aguas subterráneas de la región norte de Piauí. Con eso, se ha realizado una interpolación de los valores de STD registrados en los pozos de la región, disponibles en la base de datos del Atlas Digital de Recursos de Aguas Subterráneas del Estado del Piauí, con el uso de los métodos geoestadístico. Posteriormente se buscó correlacionarlos con las características geológicas de

la región. El resultado ha demostrado que las aguas dulces ocurren en un área de 201km<sup>2</sup>, mientras que las aguas salobres y salinas ocurren en un área 796 y 1.180km<sup>2</sup>, respectivamente y presentaron correspondencia espacial con las áreas de afloramiento de rocas de la suíte intrusiva Chaval. Las áreas que presentaron mayor estimativa de ocurrencia de agua dulce están ubicadas en las cercanías de la desembocadura de los ríos Camarupim e Igaraçu, y en las demás porciones de la raya litoránea a estimación de la ocurrencia de STD indica para una salinización de las aguas subterráneas, lo que posiblemente puede estar asociado a la intrusión salina debido a la exploración excesiva del manantial subterráneo.

**Palabras-Clave:** Geoestadística. SIG. Cualidad de Agua

## **INTRODUÇÃO**

O crescimento da demanda por água tem levado a população a buscar novas fontes de abastecimento, e a utilização de água subterrânea, por meio da perfuração de poços tubulares, tem sido a solução mais adotada em várias regiões do Brasil, inclusive na região norte do Piauí.

Embora a água subterrânea seja uma excelente fonte de abastecimento, nem sempre apresenta qualidade necessária aos usos pretendidos. Dentre as características que limitam seu uso para abastecimento doméstico está, por exemplo, a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), que é soma de todos os constituintes minerais presentes na água (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000).

A presença de STD altera as características organolépticas das águas, que podem apresentar-se salobras ou salinas. Assim sendo, a Resolução Conama nº 396 de 2008, estabeleceu que, para fins de abastecimento humano, o Valor Máximo Permitido (VMP) de STD para águas subterrâneas é de 1000 mg/L, o mesmo valor admitido pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 2.914 de 2011 (BRASIL, 2008; 2012).

De modo geral a qualidade das águas subterrâneas é influenciada por fatores intrínsecos ou extrínsecos ao aquífero. Conforme destacado por Feitosa e Manoel Filho (2000) a concentração de substâncias dissolvidas na água tende a aumentar à medida que a água percola diferentes aquíferos, podendo ainda, ser influenciada por fatores como o clima, características das águas de recarga, tempo de contato com o meio físico e contaminação por ação antrópica.

Na região norte do Piauí, a perfuração de poços tem sido uma alternativa ao precário sistema de abastecimento público. No entanto, a concentração de STD na água pode limitar seu uso para abastecimento. Por outro lado, a exploração excessiva para outros fins como irrigação e lazer (enchimento de piscinas particulares) pode resultar, na região litorânea, na intrusão de água salina.

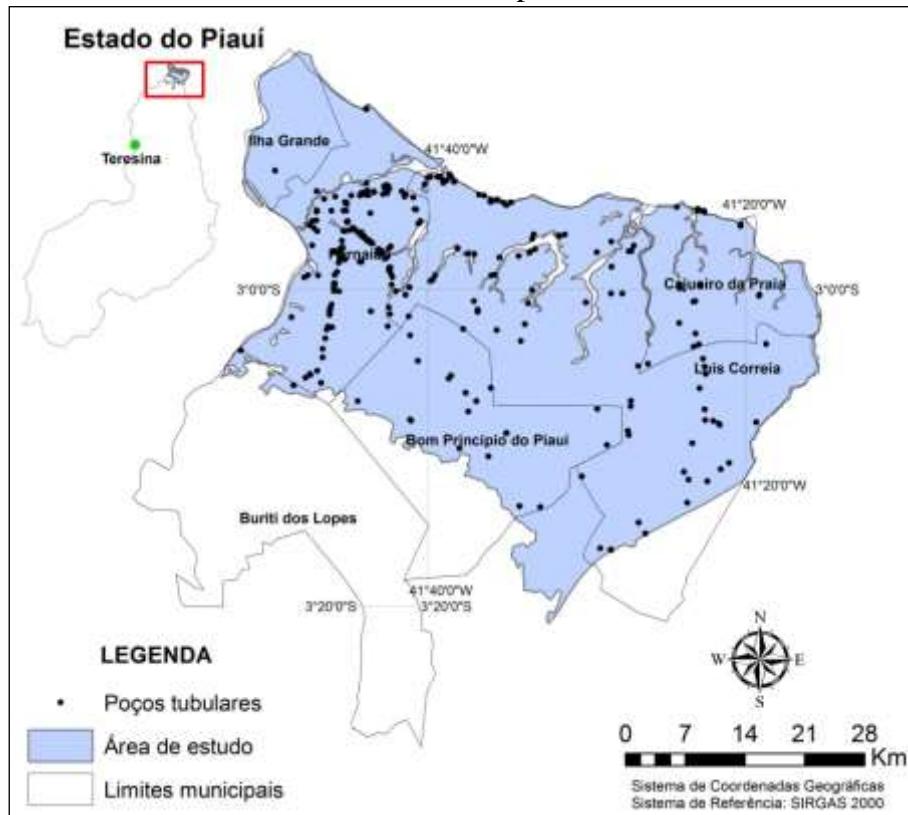
Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise espacial da concentração de STD nas águas subterrâneas da região norte do Piauí, por meio da interpolação dos valores de STD registrados nos poços da região, buscando relacioná-los com as características geológicas. Espera-se que os resultados possam subsidiar o processo de regulamentação de abertura de novos poços, por indicar as áreas que apresentam estimativas de alta concentração de STD.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo corresponde a uma faixa de aproximadamente 19 km, limitada ao norte do estado do Piauí pelo oceano Atlântico e, ao sul, por uma faixa de ocorrência de rochas intrusivas (Figura 1). Esta área abrange seis municípios: Bom Princípio do Piauí, Buriti do Lopes, Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Luís Correia e Parnaíba, e apresenta grande concentração de poços tubulares. Esses municípios fazem parte da região turística Polo Costa do Delta. Dentre estes, destacam-se Luís Correia e Parnaíba, devido a beleza natural de suas praias que atraem, em período de alta temporada, um grande fluxo de turistas. Nestes períodos, o aumento da demanda por água para abastecimento e enchimento de piscinas das casas de veraneio acarreta uma sobrecarga sobre o sistema de abastecimento, resultando em interrupções constantes no fornecimento de água, fato que tem impulsionado a abertura indiscriminadas de poços artesianos na região.

Nas regiões afastadas do litoral, a abertura de poços artesianos destina-se ao abastecimento doméstico e irrigação de pequenas propriedades. No entanto, devido as características hidrogeológicas, marcada pela ocorrência de aquíferos fissurais e aquíferos sedimentos rasos assentados sobre estruturas cristalinas, as águas subterrâneas nem sempre apresentam qualidade compatível aos usos previsto.

Figura 1 – Mapa de Localização com os municípios estudados e os poços tubulares referente a cada município.



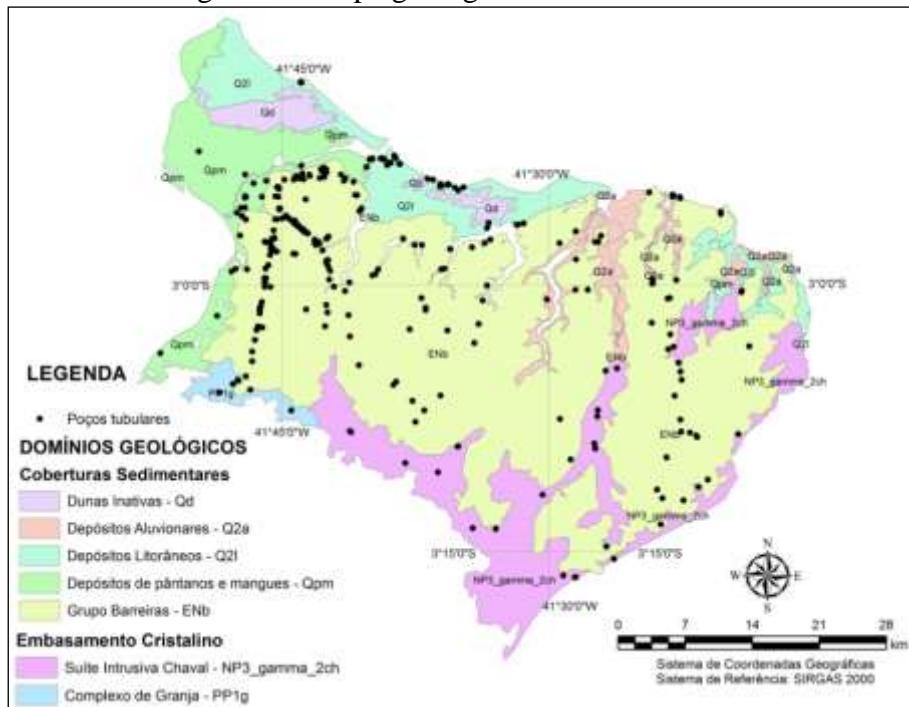
Fonte: Aguiar e Gomes (2004). Elaborado pelos autores.

### Características geológicas

A geologia da área de estudo abrange dois domínios geológicos: as coberturas sedimentares, representadas pelas rochas pertencentes ao Grupo Barreiras e sedimentos inconsolidados correspondentes a depósitos aluviais e litorâneos; e o embasamento cristalino (Figura 2).

Os Depósitos Aluviais são representados por todos os depósitos fluviais ou lagunares recentes (que bordejam os baixos cursos fluviais do Parnaíba, Longá, Timonha, Camurupim e outros pequenos cursos d'água), que recobrem as rochas Pré-Cambrianas. Litologicamente são caracterizadas por areias mal selecionadas, argilas, siltes e às vezes cascalhos inconsolidados, de cores escuras (devido a matéria orgânica) ou cores variadas (CPRM, 2004). Devido à mobilidade dos leitos dos rios e às constantes variações de velocidade de sedimentação das partículas sólidas, os depósitos aluviais possuem características texturais muito variadas, o que produz muita heterogeneidade na distribuição das propriedades hidráulicas (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000).

Figura 2 – Mapa geológico da área de estudo.



Fonte: Gonçalves (2006). Elaborado pelos autores.

Os Depósitos Litorâneos são depósitos contínuos e alongados que se estende por toda a costa, situados na área de atuação da maré até o limite do início do pós-praia. São caracterizadas por areias de textura média a grossa, em geral, moderadamente selecionadas, com abundantes restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados. Segundo Feitosa e Manoel Filho (2000) as areias litorâneas caracterizam-se pela ausência de frações de silte e argila, são moderadamente permeáveis e formam aquíferos em áreas onde existe suficiente espessura saturada. As porosidades situam-se entre 30 e 45%. Ao contrário das aluviões, os depósitos litorâneos tendem a ser muito homogêneos em escala local e muitas vezes em escala regional. Os Depósitos de Pântanos e Mangues englobam areia e argila e também fazem parte dos sedimentos recentes (CPRM, 2004).

O Grupo Barreiras é composto por conglomerados, arenitos grosseiros e finos com intercalações locais de siltitos e argilitos. Tem coloração variando de cinza claros, vermelho-alaranjada e amarelo-avermelhada. Sua estratificação é indistinta e em geral com suave inclinação para o mar. Por correlação estratigráfica, esses depósitos continentais são referentes ao Terciário-Quaternário, sendo do Plio-plesitoceno. Os depósitos da Formação Barreiras estão associados aos depósitos colúvio-aluvionares em uma época que o nível do mar era mais baixo que o atual, permitindo o recobrimento de uma extensa plataforma

formando uma superfície bem mais ampla que os limites atuais (CEPRO, 1996). Segundo Bezerra et al. (2006), a extração de bens minerais e água subterrânea, ao longo da faixa litorânea, tem demandado estudos que busquem o melhor conhecimento da dessa formação geológica.

As coberturas sedimentares constituem-se em aquífero poroso, formado por sedimentos inconsolidados que apresenta muitas vantagens no ponto de vista de aproveitamento, visto que são fáceis de perfurar ou escavar, estando a água subterrânea em níveis rasos. Esses depósitos possuem alta capacidade de infiltração potencial, com grande porosidade efetiva e permeabilidade, enquanto a ocorrência em sedimentos consolidados - as rochas - apresentam de regular a boa permeabilidade (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000).

O embasamento cristalino é recoberto pelos terrenos da Formação Serra Grande e Formação Barreiras e se estendendo no sentido SE/NW indo em direção à margem direita do rio Parnaíba, saindo do município de Granja no sentido leste na fronteira do Piauí com Ceará e passando pela área dos municípios de Bom Princípio, sentido centro/sul e Buriti dos Lopes, sentido oeste do Piauí. Nesse conjunto são identificados granitóides da suíte intrusiva de Chaval (datados do Neoproterozóico) e na porção NW dessa faixa, ocorrem gnaisses e migmatitos que compõem o Complexo Granja, datados do Paleoproterozóico (CPRM, 2004).

O embasamento cristalino constitui o chamado “áquifero fissural”. Neste tipo de aquífero, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas, fendas, juntas ou falhas, que resulta em reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Nesse contexto, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, na maior parte das vezes, apresenta teores elevado de STD. Com tais características, as rochas cristalinas apresentam baixo potencial hidrogeológico, embora se apresentem como alternativa no abastecimento de pequenas comunidades (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos do “Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”, disponível no portal do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Este projeto realizou o cadastro de todos os poços tubulares, poços escavados representativos e fontes naturais em uma área de 755.000 km<sup>2</sup>, com ênfase no semiárido do Nordeste. As informações levantadas foram organizadas em um banco de dados e sintetizadas

em Relatórios Diagnósticos Municipais e Atlas Digitais Estaduais, ambos disponibilizados no portal da Companhia.

Após a aquisição dos arquivos digitais no formato vetorial contendo a localização e valores de concentração de STD dos poços do estado do Piauí, procedeu-se à seleção dos poços instalados na área de estudo. Os poços tubulares com ausência de dados de STD foram desconsiderados da análise, deste modo, o processo de interpolação levou em consideração os dados de 320 poços da região norte do Piauí.

A análise espacial da concentração de STD foi realizado por meio da interpolação geoestatística dos valores de STD dos poços tubulares da região. O processo de interpolação espacial consiste em converter dados de observações pontuais em campos contínuos. Fundamenta-se no raciocínio de que, em média, o valor de atributo em um determinado ponto não amostrado, tendem a ser similar aos valores encontrados em pontos mais próximos do que os valores encontrados em locais mais afastados. Esse conceito fundamenta as relações espaciais entre fenômenos geográficos, utilizando a correlação espacial como meio de diferença dos atributos estimados (CÂMARA; MEDEIROS, 1998 apud JAKOB; YOUNG, 2006).

A Krigagem é um dos métodos de interpolação mais utilizados; usa funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, e criar assim os novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados (JAKOB, 2002). Diferentemente dos métodos tradicionais de estimativa, como a média ponderada e médias móveis, a krigagem apresenta estimativas não tendenciosas e a mínima variância associada ao valor estimado (YAMAMOTO; LANDIM, 2013)

A Krigagem reúne diversos tipos de métodos de estimação como: Krigagem Simples (KS), Krigagem Ordinária (KO) e Krigagem Universal (KU), Krigagem Indicadora (KI), dentre outros. A seleção do método depende das características dos dados, como a distribuição de frequência, ocorrência de tendência, etc. Segundo Ferreira et al. (2013), a KS é utilizada quando a média é assumida como estatisticamente constante em toda a área de estudo. No caso da KO considera-se a média flutuante ou móvel para toda a área. Já o método da KU é utilizado quando o processo estocástico não é estacionário, isto é, quando o processo apresenta tendência (SANTOS et al., 2011).

O procedimento de interpolação dos dados de STD levou em consideração a análise estatística, verificação da continuidade espacial, anisotropia e tendência dos dados, realizada

com uso da Extensão *Geoestatistical Analyst* do ArcGis, versão 10.2, licenciada pelo Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Federal do Piauí.

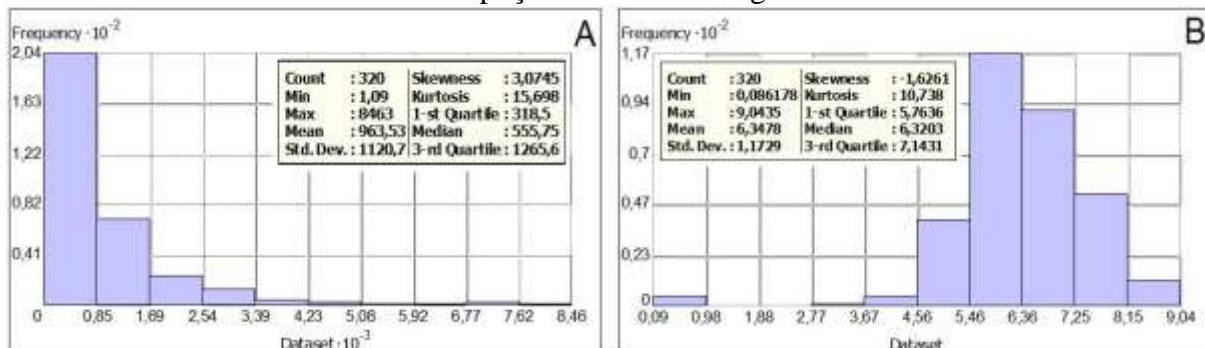
Deste modo, procedeu-se a verificação da necessidade de transformação dos dados, realizada com base na análise do histograma de frequência; a análise da ocorrência de continuidade espacial e anisotropia, a partir do cálculo da função semivariograma (que mede a variância entre pontos separados por uma distância  $h$ ) dos dados nas direções  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  e  $135^\circ$ , conforme recomendado por Yamamoto e Landim (2013); e a análise de tendência, realizada com base na função *Trend Analysis*. Diante das análises descritas, e após sucessivos testes envolvendo outros métodos de krigagem, optou-se pela utilização da KU, por ter apresentado o menor erro médio.

Segundo Ferreira et al. (2013), antes de realizar a interpolação usando a krigagem, faz-se necessário ajustar uma função (modelo teórico) ao semivariograma experimental, visando estimar os parâmetros de dependência espacial: efeito pepita, contribuição, patamar e alcance. Deste modo, optou-se por utilizar o modelo Stable, por apresentar o melhor ajuste ao modelo experimental. Esse modelo foi descrito pelos autores como sendo uma combinação dos modelos exponencial e gaussiano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados indicou uma grande variação dos valores de concentração de STD nos poços da região estudada, conforme apresentado pelos valores mínimo, máximo e desvio-padrão apresentado na Figura 3-A. É possível ainda observar uma forte assimetria positiva dos dados, indicando uma ocorrência elevada de poços que apresentam valores de STD abaixo dos 1000 mg/L (222 poços, no total).

Figura 3 – Distribuição de frequência antes (A) e após (B) a transformação logarítmica dos valores de STD em poços tubulares da região norte do Piauí

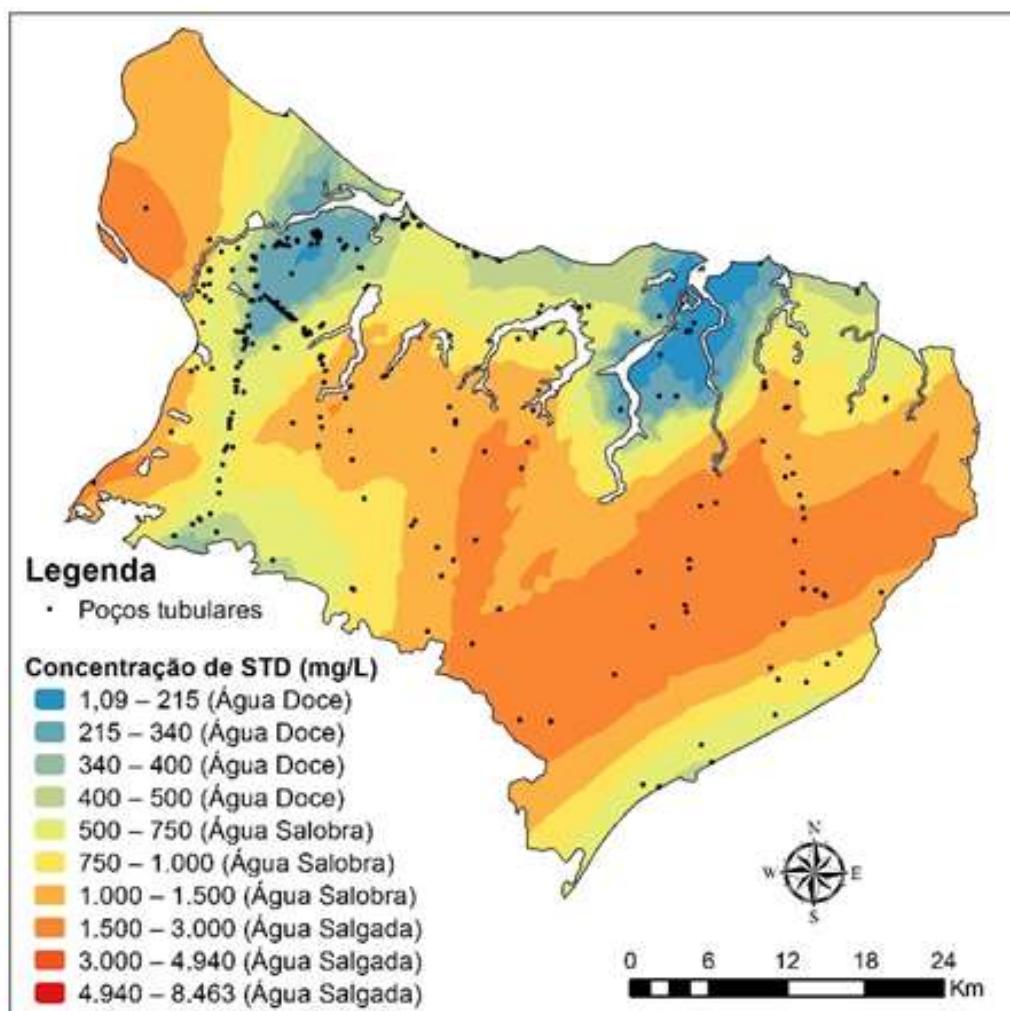


Fonte: Elaborado pelos autores.

No processo de interpolação geoestatística a análise da distribuição de frequência indica a necessidade ou não de transformação dos dados. Segundo Yamamoto e Landim (2013, p. 56) “se a distribuição apresenta assimetria positiva, há a necessidade de transformação dos dados para evitar a influência de poucos valores altos na estimativa de pontos de vizinhança, caracterizada por valores baixos”. Assim sendo, a Figura 3 apresenta o resultado da transformação logarítmica dos dados analisados.

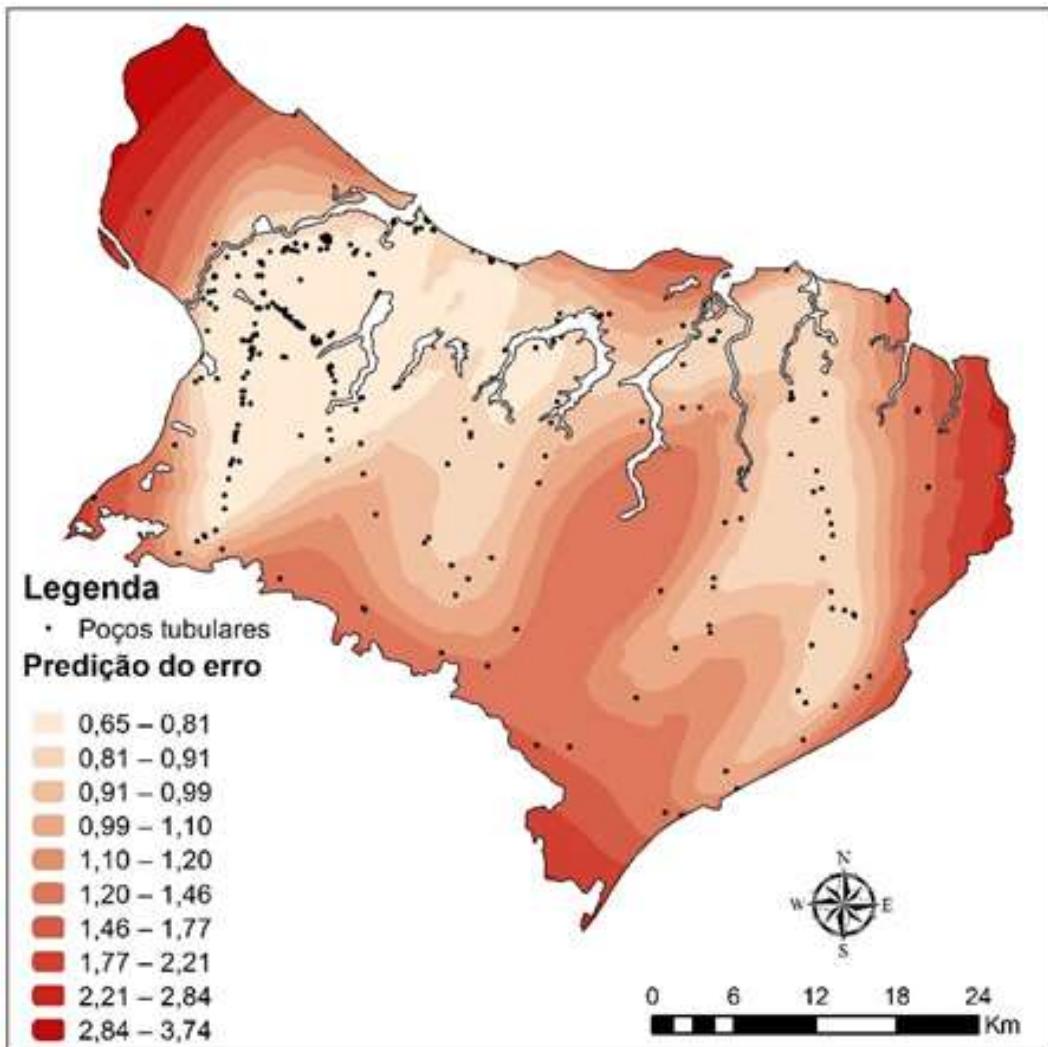
Após a identificação da anisotropia e modelagem do variograma, tendo como base o modelo teórico *Stable*, procedeu-se a geração do mapa de estimativa da variável analisada, aplicando-se o método de krigagem universal. O resultado do processo de estimativa da ocorrência de STD é apresentado na Figura 4, seguido do mapa de incertezas associados à estimativa (Figura 5).

Figura 4 – Mapa da estimativa de concentração de STD em águas subterrâneas no norte do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 - Mapa de incertezas das estimativas de concentração de STD em águas subterrâneas no norte do Piauí.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tomando por base a classificação das águas subterrâneas em função da concentração de STD apresentada pela Aguiar e Gomes (2004), identificou-se que 45,3% dos poços tubulares da região apresentam água doce ( $STD < 500\text{mg/L}$ ), enquanto que 36,3% e 18,4% apresentando águas salobras ( $500\text{mg/L} < STD < 1500\text{ mg/L}$ ) e salinas ( $STD > 1500\text{mg/L}$ ), respectivamente.

Em estudo semelhante realizado no município de Santa Rosa do Piauí, utilizando a mesma base de dados da CPRM, Nobre et al. (2009) identificaram que as águas subterrâneas do município apresentam teores de STD abaixo dos 460 mg/L. Este cenário pode ser atribuído a geologia do local, marcada pela ocorrência de rochas sedimentares correspondentes às Formações Longá e Poti.

Considerando o mapa da distribuição dos STD na área de estudo (Figura 4), estima-se que as águas doces ocorrem em uma área de 201 km<sup>2</sup>, enquanto que as águas salobras e salinas ocorrem em uma área 796 e 1.180 km<sup>2</sup>, respectivamente.

As áreas com estimativas de ocorrência de águas salobras e salinas apresentaram correspondência espacial com as áreas de afloramento de rochas da suíte intrusiva Chaval, bem como nas áreas de entornos compostas por rochas pertencentes a Formação Barreiras que se sobrepõem a suíte intrusiva, corroborando com o trabalho desenvolvido por Lima et al. (2009), que resultou no mapeamento da variação da qualidade das águas subterrâneas da região Nordeste do Brasil. Segundo os autores, as águas procedentes de rochas cristalinas apresentam alto risco de sodicidade e salinidade, em contraste com o baixo risco apresentado pelas águas derivadas de terrenos sedimentares.

As áreas que apresentaram maior estimativa de ocorrência de água doce estão localizadas nas proximidades da foz dos rios Camurupim e Igaraçu. Nas demais porções da faixa litorânea a estimativa da ocorrência de STD aponta para uma salinização das águas subterrâneas. Este fato pode estar relacionado a dois processos: a presença de rochas cristalinas sob os sedimentos inconsolidados que recobrem esta área, e a intrusão de água salina devido ao bombeamento excessivo, embora este último necessite de uma investigação mais aprofundada.

## **CONCLUSÕES**

A incapacidade do sistema de abastecimento público, em prover água em quantidade e qualidade compatível com as demandas sociais, tem levado várias regiões a buscar nas águas subterrâneas as soluções para a escassez hídrica. No entanto, a presença de altas concentrações de STD pode limitar seu uso para abastecimento doméstico e irrigação.

Na região norte do Piauí a utilização de água subterrânea tem sido largamente utilizada para abastecimento doméstico, lazer e irrigação, embora se reconheça que em diversos locais a água encontra-se com elevada concentração de sais. Os resultados desta pesquisa apontam que a salinidade das águas subterrâneas apresenta correlação com as características geológicas e que nas regiões litorâneas, o aumento da salinidade pode estar associado a intrusão salina devido a exploração excessiva do manancial subterrâneo.

A utilização de técnicas de estimativa espacial utilizadas neste estudo, mostraram-se de grande importância para identificar as áreas que apresentam uma elevada concentração de STD, podendo auxiliar no processo de regulamentação da abertura de novos poços.

Nas áreas que apresentam embasamento cristalino, recomenda-se a adoção de um sistema misto de abastecimento que contemple, além do uso de águas superficiais, a captação de água da chuva. Na região litorânea, recomenda-se o monitoramento contínuo de qualidade das águas subterrâneas, e maior fiscalização para impedir a abertura indiscriminada de poços na região.

## **REFERÊNCIAS**

- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí:** diagnóstico do município de Luís Correia. Fortaleza: CPRM, 2004. 24 p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/piaui/relatorios/118.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2015.
- BEZERRA, F. H. R.; MELLO, C. L.; SUGUIO, K. A Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões. **Geologia USP. Série Científica**, Brasil, v. 6, n. 2, p. 3-6, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27418>>. Acesso em: 27 out. 2015.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 7 abr. 2008. Seção 1, p. 64-68.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 4 de jan. 2012. Seção 1, p. 43-45.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo:** Folha SA-24. Brasília, 2004.
- GONÇALVES, J. H. (Coord.). **Mapa geológico do Piauí.** 2. versão. Teresina: CPRM-DIGEOP, 2006. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 15.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia:** conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000, 391 p.
- FEREIRA, I. O.; SANTOS, G. R.; RODRIGUES, D. D. Estudo sobre a atualização adequada da krigagem na representação computacional de superfícies batimétricas. **Revista Brasileira de Cartografia.** n. 65/5. p. 831-842. 2013. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/download/710/618>>. Acesso em: 27 out. 2015.

**CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ. Macrozoneamento costeiro do estado do Piauí:** relatório geoambiental e socioeconômico. Teresina, 1996. 221 p.

JAKOB, A. A. E. A krigagem como método de análise de dados demográficos. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 13., Ouro Preto, 2002. **Anais...** Ouro Preto: ABEP, 2002. p. 1-21. Disponível em: <<http://goo.gl/ssK10c>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15., Caxambu-MG. **Anais...** Caxambu-MG: ABEP, 2006. p. 1-22. Disponível em: <<http://goo.gl/js1m0E>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

LIMA, E. A. et al. Mapa de variação da qualidade das águas subterrâneas da região Nordeste do Brasil para uso na irrigação. Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, 1., São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2009. p. 1-13. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/21991/14353>>. Acesso em: 27 out. 2015.

NOBRE, J. G. A. et al. SIG como ferramenta de planejamento de uso de águas subterrâneas no município de Santa Rosa do Piauí-PI. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., Natal, 2009. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 25-30. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/660538/1/SBSR.Valdemicio.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

SANTOS, G. R. et al. krigagem simples versus krigagem universal: qual o preditor mais preciso? **Revista Energia na Agricultura.** v. 6. n. 2. p. 49-55, 2011.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística:** conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Texto, 2013. 215 p.

---

## ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO E TRASPORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA, NORDESTE DO BRASIL

---

Reurysson Chagas de Sousa **MORAIS**

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFC

reurysson@ifpi.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/9693291055100099>

---

### **RESUMO:**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Para tanto, foram calculados os valores de descarga total sólida a partir das séries históricas de vazão e concentração de sedimentos em suspensão registrados pelas 12 estações sedimentométricas instaladas nos principais rios da bacia do Parnaíba, obtidos na base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), com base no método de Colby. Concluiu-se que: (i) o setor superior da bacia do Parnaíba constitui-se a principal fonte de sedimentos, com uma produção específica da ordem de 70,7 t/km<sup>2</sup>/ano; (ii) um volume expressivo de sedimentos transportados pelos rios Parnaíba (alto curso), Uruçuí Preto e Rio das Balsas, cerca de 1.900.000 toneladas, fica retido na barragem da represa Boa Esperança; (iii) o Rio das Balsas apresenta a maior descarga anual de sedimentos para o rio Parnaíba, o correspondente a 37,7% do total das descargas dos rios analisados. Acredita-se que a instalação do comitê gestor da bacia do Parnaíba possa garantir a sustentabilidade da bacia ao promover ações de planejamento e gestão territorial com foco na conservação e recuperação dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** Assoreamento. Descarga de Sedimento. Rio Parnaíba.

### **PRODUCTION ESTIMATE AND SEDIMENT TRASPORTE IN THE WATERSHED OF PARNAÍBA RIVER, NORTHEAST BRAZIL**

### **ABSTRACT:**

This study aimed to evaluate the production and transport of sediments in the basin of Parnaíba river. For this purpose, solid total discharge values were calculated from the historical flow series and concentration of suspended sediment recorded by 12

sedimentometric stations installed in the main rivers of the basin of Parnaíba, obtained from the database of the National Water Agency (ANA), based on the Colby method. It was concluded that: (i) the upper sector of the Parnaíba basin constitutes the main source of sediment with a specific production of around 70.7 t/km<sup>2</sup>/year; (ii) a significant amount of sediment carried by rivers Parnaíba (upper reaches), Uruçuí Preto and Rio das Balsas, about 1.9 million tons, it is retained in the dam of Boa Esperança; (iii) the Rio das Balsas has the highest annual sediment discharge into the river Parnaíba, corresponding to 37.7% of total discharges of the analyzed rivers. It is believed that the installation of the steering committee of the Parnaíba basin can ensure the sustainability of the basin to promote action planning and land management with a focus on conservation and restoration of natural resources.

**Keywords:** Silting. Sediment discharge. Rio Parnaíba.

## **ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y TRASPORTE SEDIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO PARNAÍBA, NORESTE DE BRASIL**

### **RESUMEN:**

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la producción y transporte de sedimentos en la cuenca hidrográfica de río Parnaíba. Por lo tanto fueron calculados los valores de descarga total sólida a partir de las series históricas de flujo y concentración de sedimentos en suspensión registrados por las 12 estaciones sedimentométricas instaladas en los principales ríos de la cuenca de Parnaíba, obtenida de la base de datos de la Agencia Nacional de Aguas (ANA), basado en el método de Colby. Se concluye que: (I) el sector superior de la cuenca de Parnaíba constituye la principal fuente de sedimentos, con una producción específica del orden de 70,7t(km<sup>2</sup>/año); (II) un volumen expresivo de sedimentos desplazados por los ríos Parnaíba (alto curso), Uruçuí Negro y Río de las Balsas, hacia 1.900.000 toneladas, queda retenido en el embalse de la represa Buena Esperanza; (III) el Río de las Balsas presenta la mayor descarga anual de sedimentos para el río Parnaíba, el correspondiente a 37,7% de total de las descargas de los ríos analizados. Se cree que la instalación del comité gestor de la cuenca de Parnaíba pueda garantizar la sostenibilidad de la cuenca al promover acciones de planeamiento y gestión territorial con el enfoque en la conservación y recuperación de los recursos naturales.

**Palabras – Clave:** Sedimentación. Descarga de Sedimento. Río Parnaíba

## **INTRODUÇÃO**

A gestão dos recursos hídricos envolve uma série de instrumentos que visa, dentre outros aspectos, proporcionar a oferta de água em quantidade e qualidade compatível aos usos previstos na legislação brasileira e garantir o funcionamento dos sistemas hídricos. Para tanto, Mota (2008) defende que a gestão dos recursos hídricos deva contemplar ações de gestão ambiental, ou seja, a adoção de medidas administrativas que vise o gerenciamento dos ecossistemas nos quais o homem está inserido, buscando a compatibilização entre o uso, preservação, conservação e monitoramento dos recursos naturais em determinado espaço geográfico.

A intrínseca relação entre gestão ambiental e gestão de recursos hídricos é explicitada por meio da influência que o uso do solo exerce sobre a qualidade e disponibilidade da água em determinado corpo hídrico. Mudanças na cobertura e uso do solo alteram a configuração espacial e qualidade dos componentes do meio físico, biótico e antrópico que, por sua vez, interferem na hidrologia das bacias hidrográficas e culminam na deterioração dos corpos hídricos (MOTA, 2008).

O assoreamento dos rios representa um bom exemplo dos impactos negativos que as atividades humanas exercem sobre os corpos hídricos. Segundo Carvalho et al. (2000), as taxas de erosão decorrentes das intervenções antrópicas chegam a ser cem vezes maiores do que as taxas resultantes de processos geológicos naturais.

Silva et al. (2007) afirmam que a sedimentação nos corpos d'água é uma das mais sérias consequências da erosão, pois altera a fisiografia do canal fluvial acarretando o extravasamento nas enchentes, obstruem vãos de pontes e bueiros, além de comprometer a capacidade de armazenamento de água em reservatórios.

Não obstante a esses fatores, o transporte de sedimentos afeta a qualidade da água, restringindo seu uso para abastecimento humano e outras finalidades. Segundo Carvalho et al. (2000), os sedimentos além de poluírem a água, serve de catalisadores, carreadores e como agentes fixadores para outros agentes poluidores. Em estudo desenvolvido no rio Parnaíba, na região de Teresina, Oliveira et al. (2009) constataram a presença de metais pesados adsorvidos em sedimentos transportados pelo rio.

Os impactos da sedimentação sobre um corpo hídrico podem ser facilmente observados no rio Parnaíba, localizado no nordeste do Brasil, no limite dos estados do Piauí e Maranhão. O assoreamento desse corpo hídrico, especialmente no seu médio e baixo curso,

restringe seu uso para navegação. Nestes trechos, fixaram-se diversas ilhas fluviais evidenciando a magnitude do processo de sedimentação, conforme diagnosticado por Nunes et al. (2014).

A sedimentação também tem afetado a qualidade da água. Frequentemente a Agência de Águas e Esgotos do Piauí S/A (AGESPISA) é forçada a reduzir a produção de água devido a turbidez elevada durante os períodos chuvosos.

A investigação dos valores de descargas de sedimentos nos rios a partir da contribuição de seus tributários, representa uma tentativa de apontar as áreas prioritárias para conservação ambiental. Estudos dessa natureza vem sendo desenvolvidos em diversas regiões do Brasil. Paiva e Beling (2006) calcularam a concentração média de sedimentos nas bacias hidrográficas do Rio das Velhas, rio Paracatu e rio Urucuia com a finalidade de estimar a contribuição dessas bacias no aporte de sedimentos para os reservatórios nos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a produção e transporte de sedimentos nas principais bacias da região hidrográfica do Parnaíba, a partir dos dados sedimentométricos disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), visando identificar aquelas que mais contribuem para o assoreamento do rio Parnaíba. Espera-se que esse diagnóstico possa indicar possíveis áreas que necessitam de intervenção ambiental, como foco na adoção de práticas que visem a conservação dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba localiza-se na região nordeste do Brasil entre as coordenadas 02°21' e 11°06' de latitude sul e 47°21' e 39°44' de longitude oeste (Figura 1), ocupando uma área de 331.441 Km<sup>2</sup>, sendo 65.492 Km<sup>2</sup> no Maranhão, 249.497 Km<sup>2</sup> no Piauí, 13.690 Km<sup>2</sup> no Ceará e 2.762 Km<sup>2</sup> de área em litígio entre estes dois estados (MMA, 2006).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O rio Parnaíba nasce na base das escarpas da Chapada das Mangabeiras e corre na direção norte até o município de Ribeiro Gonçalves, onde toma a direção nordeste até o município de Floriano, de onde segue na direção norte até sua desembocadura na forma de delta no oceano Atlântico. Os principais tributários em sua margem direita são: rio Uruçuí Preto, rio Gurguéia, rio Itaueira, rio Canindé, rio Poti e rio Longá; na margem esquerda destaca-se o Rio das Balsas.

Esses rios transportam expressivo volume de sedimentos para o canal do rio Parnaíba provocando seu assoreamento. Esses sedimentos são oriundos de processos erosivos atuantes nas suas respectivas sub-bacias hidrográficas e estão associados a processos naturais e antrópicos. Entre as causas antrópicas destacam-se o desmatamento para estabelecimento de pastagens e campos agrícolas.

O volume de sedimentos transportados pelos afluentes do Parnaíba reflete, ainda, a estrutura geológica e o clima da região. Com exceção da porção cearense da bacia do rio Poti e de uma estreita faixa no sudeste da bacia que apresenta estrutura cristalina, em todo o restante da bacia ocorrem rochas sedimentares com diferentes graus de resistência à erosão.

A geomorfologia da bacia do Parnaíba é caracterizada pela ocorrência de planaltos na sua porção superior, individualizados pela drenagem nos principais rios da região. Sobre esses

planaltos desenvolvem-se atividades de monocultura, sobretudo soja, sorgo e milho. Na porção intermediária da bacia ocorrem platôs fortemente dissecados pela erosão seguidos, em direção norte, pelas superfícies aplainadas que se estendem até os tabuleiros litorâneos. Na faixa de terra que se estende do sul ao sudeste da bacia, ocorre a depressão periférica, marcada por baixo potencial hídricos superficial e subterrâneo (CODEVASF, 2006).

Segundo MMA (2006) a temperatura média da região é de 27°C, a precipitação é de 1.721 mm/ano e a evapotranspiração é de 1.517 mm/ano, embora ocorram áreas (leste e sudeste da bacia) de clima semiárido com precipitação média anual em torno dos 700 mm.

## **METODOLOGIA DE TRABALHO**

A estimativa do transporte de sedimentos dos rios da Bacia do Parnaíba foi realizada com base nos dados de vazão e concentração de sedimentos em suspensão obtidos pelas 12 estações sedimentométricas operadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) instaladas nos principais rios da região (Figura 1). A descrição das estações utilizadas e o período de dados disponível é apresentado na Tabela 1. Esses dados são obtidos espaçadamente no tempo, em geral de três a quatro medições por ano, e disponibilizado por meio da plataforma eletrônica Hidroweb (ANA, 2015).

A partir dos dados levantados calculou-se a descarga total de sedimentos para cada concentração de sedimentos em suspensão, com base no método de Colby (1957 apud CARVALHO et al., 2000), matematicamente definido por (Equação 1):

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C_{ss} \quad (1)$$

Onde:  $Q_{ss}$  é descarga sólida em suspensão em tonelada por dia (t/dia);  $Q$  é vazão em  $m^3/s$ ;  $C_{ss}$  é concentração de sedimentos em suspensão em mg/L ou ppm.

Após a determinação dos valores da descarga sólida em suspensão para cada medição, foram traçadas as curvas-chave de sedimentos para cada estação, utilizando a metodologia proposta por Carvalho et al. (2000). As curvas-chave têm, geralmente, a forma de potência, como apresentado na Equação 2.

$$Q_{ss} = a \cdot Q^b \quad (2)$$

Onde:  $Q_{ss}$  é descarga sólida total em toneladas por dia (t/dia);  $Q$  é descarga líquida ( $m^3/s$ );  $a$  e  $b$  são parâmetros ajustados para cada estação.

Por meio das curvas-chave é possível verificar a correlação entre os valores de vazão ( $Q$ ) e a descarga sólida em suspensão de cada estação. Deste modo, estações que apresentam baixa correlação entre esses parâmetros podem estar sobre influência de um fenômeno específico, como, por exemplo, estar a jusante de uma represa ou mesmo recebendo apporte de excessivo de sedimentos devido erosão promovida por atividade antrópica (desmatamento, movimentação de solo para produção agrícola etc.)

**Tabela 1 - Descrição das estações sedimentométricas instaladas na bacia do rio Parnaíba.**

| Código   | Nome da Estação      | Curso d'água   | Latitude sul | Longitude oeste | Período de dados |
|----------|----------------------|----------------|--------------|-----------------|------------------|
| 34060000 | Ribeiro Gonçalves    | Parnaíba       | 7°34'00"'    | 45°15'16"'      | 1992/2014        |
| 34090000 | Fazenda. Bandeira    | Uruçuí Preto   | 7°23'27"'    | 44°36'51"'      | 1992/2014        |
| 34160000 | Sambaíba             | Rio das Balsas | 7°08'56"'    | 45°20'56"'      | 2008/2014        |
| 34170000 | São Félix de Balsas  | Rio das Balsas | 7°04'55"'    | 44°48'50"'      | 1992/2014        |
| 34251000 | Cristino Castro II   | Gurguéia       | 8°47'33"'    | 44°12'21"'      | 2007/2014        |
| 34270000 | Barra do Lance       | Gurguéia       | 7°14'51"'    | 43°38'36"'      | 1992/2014        |
| 34311000 | Barão de Grajaú      | Parnaíba       | 6°45'43"'    | 43°01'35"'      | 1992/2014        |
| 34600000 | Francisco Ayres      | Canindé        | 6°37'20"'    | 42°41'49"'      | 1999/2014        |
| 34690000 | Teresina - Chsf      | Parnaíba       | 5°08'06"'    | 42°48'40"'      | 1992/2014        |
| 34770000 | Prata do Piauí       | Poti           | 5°39'59"'    | 42°12'49"'      | 2008/2014        |
| 34789000 | Fazenda. Cantinho II | Poti           | 5°12'09"'    | 42°41'48"'      | 1992/2014        |
| 34879500 | Luzilândia           | Parnaíba       | 3°27'14"'    | 42°22'12"'      | 1999/2014        |

Fonte: ANA (2015).

A partir dos valores de  $Q_{ss}$ , obteve-se a descarga sólida em suspensão anual. Posteriormente, calculou-se o valor da descarga sólida em suspensão específica ( $Q_{ss,esp}$ ) por

meio da divisão dos valores de  $Q_{ss}$  anual pela área de drenagem correspondente a cada estação sedimentométrica. Na análise da contribuição individual de cada afluente no aporte de sedimentos para o rio Parnaíba, considerou-se as apenas os dados das estações localizadas próximo da foz desses afluentes.

Na etapa seguinte foram calculados, com auxílio de planilha Excel, os valores médios de vazão ( $Q$ ) e concentração de sedimentos em suspensão ( $C_{ss}$ ) a partir dos dados disponíveis para cada estação sedimentométrica; os valores de descarga sólida em suspensão ( $Q_{ss}$ ), obtido por meio da metodologia de Colby; e os valores de descarga sólida em suspensão específica ( $Q_{ss,esp}$ ).

Os valores obtidos correspondentes a cada uma das estações sedimentométricas foram inseridos em um banco de dados (planilha Excel), posteriormente transformado em arquivo de vetorial do tipo pontos, e plotados sobre a base cartográfica da bacia do Parnaíba de modo a facilitar a visualização espacial, com uso do software ArcGis, versão 10.3. Os valores das variáveis  $Q$ ,  $Q_{ss}$  e  $Q_{ss,esp}$  foram classificados em cinco classes utilizando com critério a quebra natural dos dados. A variável  $C_{ss}$  foi classificada segundo a proposta de Lima et al. (2004): muito baixa (<50), baixa (50 a 100), moderada (100 a 150), alta (150 a 300) e muito alta (>300).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os rios afluentes do Parnaíba apresentam diferenças significativas nos valores médios de vazão. De acordo com os dados levantados, as maiores vazões são apresentadas pelo rio Parnaíba na extensão de seu médio e baixo curso, seguindo do Rio das Balsas, localizado na porção maranhense da bacia (Figura 2-A). A Tabela 2 apresenta os valores médios de vazão e descarga sólida de sedimentos em suspensão para os rios avaliados.

**Tabela 2 – Valores dos parâmetros fluviométricos e sedimentométricas da bacia do Parnaíba.**

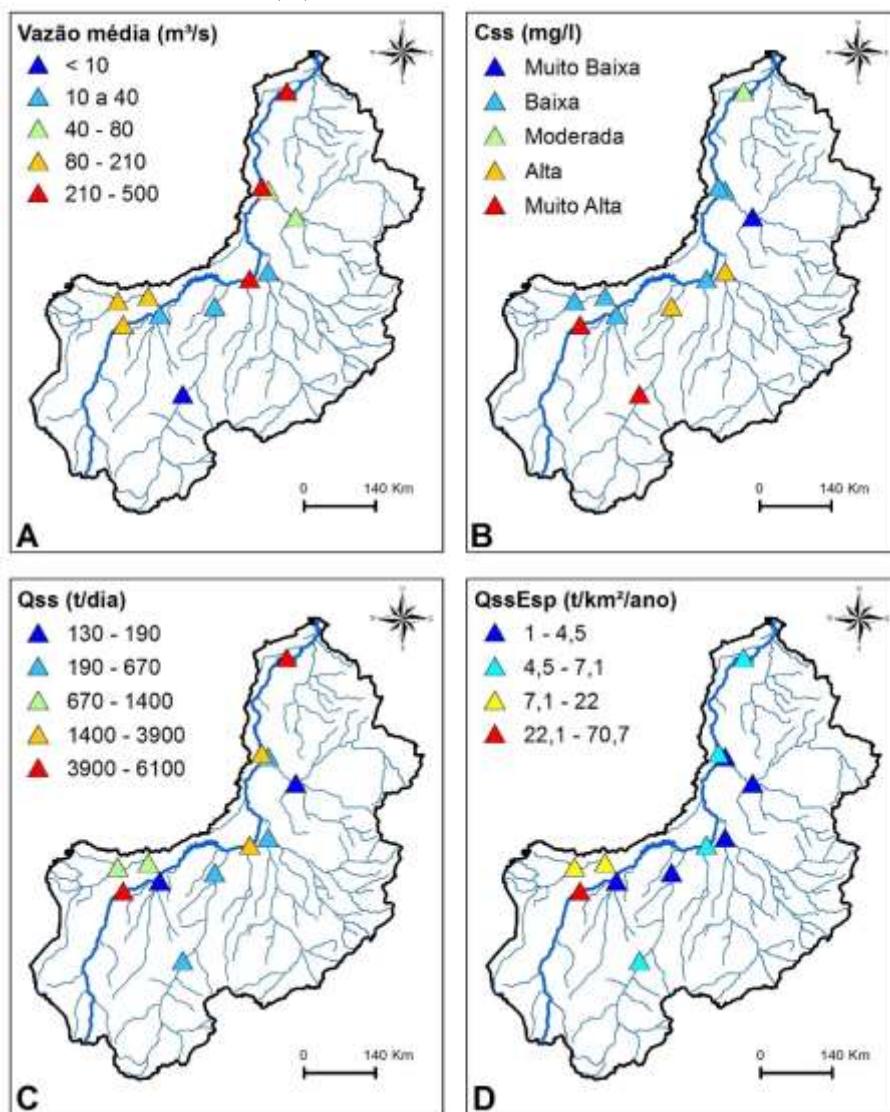
| Curso d'água   | Código                         | $A_{dren}$ (km <sup>2</sup> ) | Q (m <sup>3</sup> /s) | Css (mg/l) | Qss (t/dia) | Qss (t/ano)  | Qss <sub>esp</sub> (t/km <sup>2</sup> /ano) |
|----------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------|--------------|---|
| Parnaíba       | Ribeiro Gonçalves (34060000)   | 31.300                        | 204,73                | 342,61     | 6.060,32    | 2.212.015,31 | 70,67                                       |
| Parnaíba       | Barão de Grajaú (34311000)     | 140.000                       | 463,91                | 67,49      | 2.705,12    | 987.369,64   | 7,05  |
| Parnaíba       | Teresina-Chesf (34690000)      | 237.000                       | 478,63                | 93,89      | 3.882,69    | 1.417.182,77 | 5,98  |
| Parnaíba       | Luzilândia (34879500)          | 298.000                       | 490,59                | 113,46     | 4.809,23    | 1.755.367,60 | 5,89  |
| Uruçuí         | Faz. Bandeira (34090000)       | 15.600                        | 33,66                 | 64,78      | 188,39      | 68.764,08    | 4,41  |
| Rio das Balsas | Sambaíba (34160000)            | 22.200                        | 155,12                | 99,94      | 1.339,43    | 488.892,92   | 22,02                                       |
| Rio das Balsas | São Félix de Balsas (34170000) | 24.700                        | 156,48                | 86,32      | 1.167,04    | 425.967,90   | 17,25                                       |
| Gurguéia       | Cristino Castro II (34251000)  | 31.000                        | 9,54                  | 683,00     | 562,97      | 205.482,90   | 6,63  |
| Gurguéia       | Barra do Lance (34270000)      | 47.000                        | 32,23                 | 185,21     | 515,75      | 188.248,42   | 4,01  |
| Canindé        | Francisco Aires (34600000)     | 73.700                        | 38,85                 | 197,43     | 662,70      | 241.886,02   | 3,28  |
| Poti           | Prata do Piauí (34770000)      | 43.400                        | 41,61                 | 38,85      | 139,67      | 50.979,47    | 1,17  |
| Poti           | Faz. Cantinho II (34789000)    | 51.400                        | 76,67                 | 84,65      | 560,75      | 204.672,28   | 3,98  |

$A_{dren}$  = área drenada; Q = vazão média; Css = concentração de sedimentos em suspensão média; Qss = descarga sólida em suspensão média; QSS<sub>esp</sub> = descarga sólida em suspensão específica média.

Fonte: ANA (2015).

Dentre os rios monitorados, o Gurguéia, que apresentou a menor vazão na estação Cristino Castro (9,54 m<sup>3</sup>/s), destacou-se por transportar a maior carga de sedimentos em suspensão (em média 683 mg/L), bem acima da média dos demais rios da região, evidenciando uma alta taxa de erosão na área de influência daquela estação. Contudo, a descarga anual de sedimentos para o rio Parnaíba mostrou-se bastante reduzida evidenciando a baixa competência do rio em transportar sedimentos resultando, portanto, no assoreamento de seu canal fluvial.

Figura 2 – Variação espacial dos valores médios de vazão (A), Concentração de material em suspensão (B) e Descarga sólida em suspensão (C) e Descarga sólida em suspensão específica (D) da bacia do rio Parnaíba.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A menor carga em suspensão foi identificada na estação Prata do Piauí, no rio Poti, com 38,85 mg/L em média, o que pode ser explicado pelo caráter intermitente do rio a montante dessa estação (Figura 2-B).

A partir do cálculo da descarga sólida em suspensão (Qss), que relaciona a concentração de material em suspensão à vazão em cada estação, identificou-se que a bacia a montante da estação Ribeiro Gonçalves (34060000) apresenta a maior contribuição de sedimentos para o canal do rio Parnaíba, cerca de 2.212.015 t/ano (Figura 2-C), fato também

comprovado quando se considera a produção específica de sedimento por unidade de área (70,67 t/km<sup>2</sup>/ano) (Figura 2-D).

Tomando como referência o somatório da descarga sólida em suspensão anual (Q<sub>ss</sub> t/ano) medida nas estações Ribeiro Gonçalves (34060000), São Félix de Balsas (34170000) e Fazenda Bandeira (34090000), localizadas a montante da barragem da represa de Boa Esperança, no rio Parnaíba, estima-se um aporte de sedimento para represa da ordem de 2.700.00t/ano. Considerando, portanto, a descarga sólida em suspensão medida na estação Barão de Grajaú (34311000), localizada a jusante da barragem, descontada a contribuição do rio Gurguéia, estima-se que a referida barragem retém cerca de 1.900.00t de sedimentos anualmente.

Analizando individualmente as contribuições no aporte de sedimento dos afluentes do rio Parnaíba, tomando como base as estações sedimentométricas localizadas próximo a foz dos rios Gurguéia, Rio das Balsas, Uruçuí Preto, Canindé e Poti (Figura 2-C), observa-se que o Rio das Balsas, no vizinho estado do Maranhão, é uma importante fonte de sedimentos, superado apenas pela produção de sedimentos na porção superior da bacia do Parnaíba. Este fato reforça a necessidade de gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do Parnaíba. Ressalta-se que por ausência de dados, os rios Itaueira e Longá não puderam ser considerados nesta análise.

A estimativa do transporte de sedimentos da bacia do rio Parnaíba para a região litorânea pode ser averiguada com base nos valores de descarga de sedimentos mensurados na estação Luzilândia (34879500). Assim sendo, estima-se, com base na série histórica analisada (1999-2014), que são drenados anualmente cerca de 1.755.367 toneladas de sedimentos, valor bem abaixo do registrado por Silva et al. (2005) que foi 6.060.00t/ano. Os valores apresentados neste estudo foram obtidos segundo o mesmo método adotado pelo autor. A Tabela 3 apresenta uma comparação dos dados apresentados por Lima et al. (2005) e os dados obtidos nesta pesquisa, para as duas estações localizadas no médio e baixo curso do rio Parnaíba. É possível observar uma diferença significativa nos valores médios de vazão e concentração de sedimento no rio Parnaíba obtidos a partir das séries históricas adotadas nos dois trabalhos.

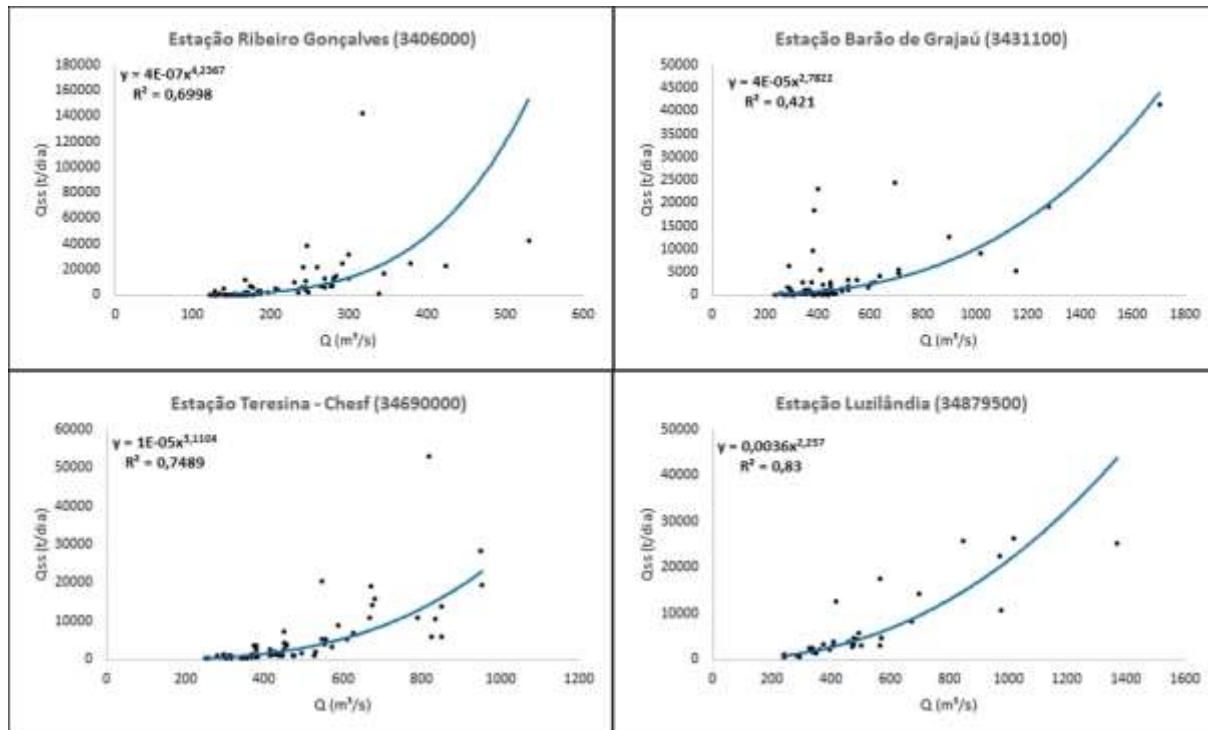
**Tabela 3 – Comparação entre os valores de descarga sólida em suspensão no médio e baixo curso do rio Parnaíba.**

| Estação      | Série                                | Área    | Q (m <sup>3</sup> /s) | Css    |           |
|--------------|--------------------------------------|---------|-----------------------|--------|-----------|
|              |                                      |         |                       | (mg/l) | (t/ano)   |
| Luzilândia*  | Não<br>(34879500)                    | 300.000 | 694,8                 | 276,59 | 6.060.804 |
| Luzilândia** | informado<br>1999-2014<br>(34879500) | 298.000 | 490,59                | 113,89 | 1.755.367 |
| Teresina*    | Não<br>(34690000)                    | 232.000 | 577,1                 | 190,67 | 3.469.847 |
| Teresina**   | informado<br>1992-2014<br>(34690000) | 237.000 | 478,63                | 93,89  | 1.417.182 |

Fonte: \*Lima et al. (2005); \*\*ANA (2015).

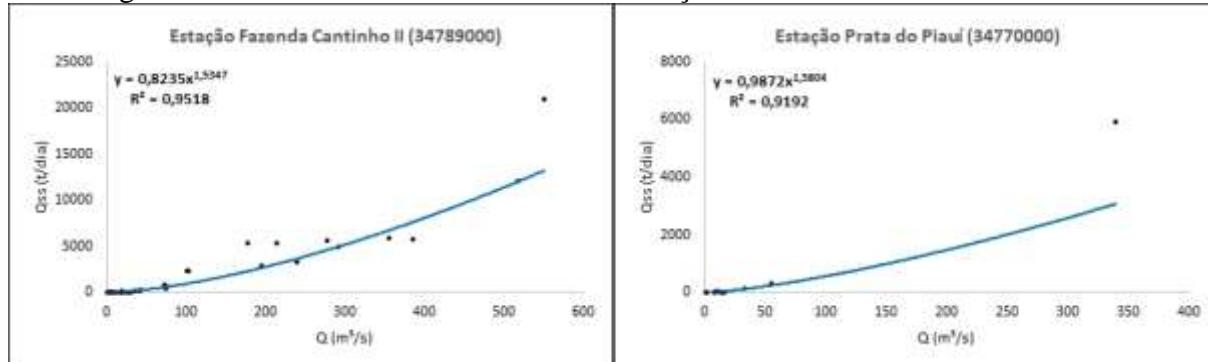
A sequência de figuras abaixo (Figuras 3 a 7) apresenta as curva-chave de sedimentos obtidas para cada estação sedimentométrica considerada neste estudo, acompanhada da equação da curva e do coeficiente de determinação  $R^2$ . De modo geral considerou-se 0,6 (60%) o valor mínimo de  $R^2$  capaz de explicar a relação entre as variáveis, o mesmo valor utilizado por Lima et al. (2005).

Figura 3 – Curva-chave de sedimento das estações sedimentométricas do rio Parnaíba.



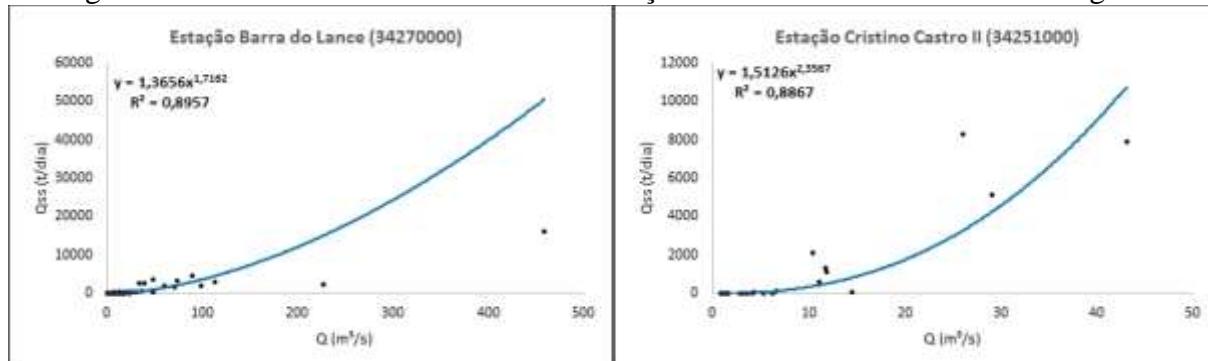
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Curva-chave de sedimento das estações sedimentométricas do rio Poti.



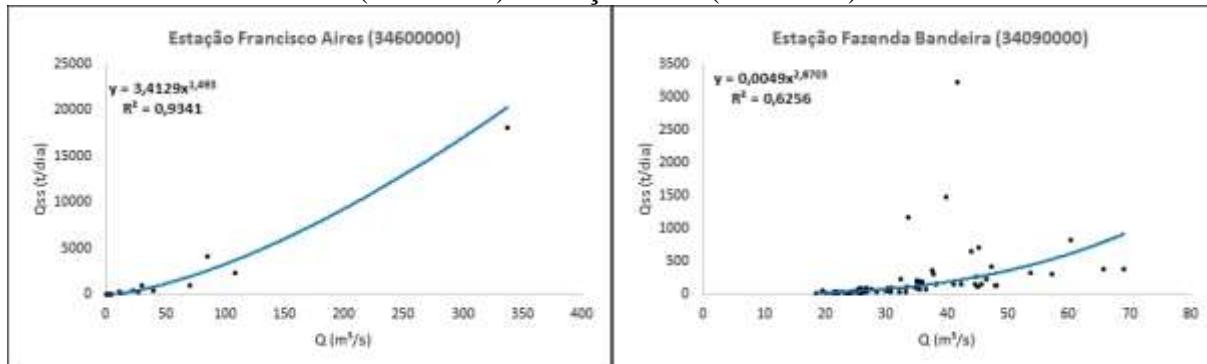
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Curva-chave de sedimento das estações sedimentométricas do rio Gurguéia.



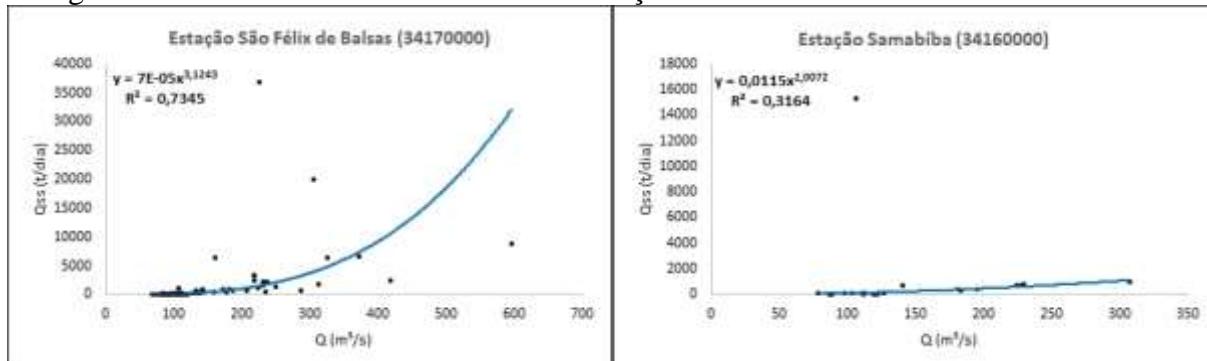
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Curva-chave de sedimento das estações sedimentométricas dos rios Canindé (34600000) e Uruçuí Preto (34090000).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Curva-chave de sedimento das estações sedimentométricas do Rio das Balsas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com exceção das estações Barão de Grajaú (3431100) no rio Parnaíba, e da estação Sambaíba (34160000) no Rio das Balsas, todas as outras estações apresentaram valor de  $R^2$  acima do limite mínimo estabelecido. O baixo índice apresentado pela estação Barão de Grajaú ( $R^2 = 0,421$ ) é atribuído a influência da represa de Boa Esperança que retém um volume expressivo de sedimentos transportados pelo rio Parnaíba, conforme alertado por Lima et al. (2004).

Na estação Sambaíba, o baixo valor de  $R^2$  (0,3163) foi influenciado por um único evento datado de 29 de junho de 2013, tendo sido registrado uma vazão de 105,78 m<sup>3</sup>/s e uma concentração de sedimento em suspensão de 1.678 mg/l, que resultou uma descarga total de 15.337,49 tonelada/dia de sedimento. As causas desse aporte de sedimento são, no entanto,

desconhecidas. Desprezando-se esse registro, o coeficiente de determinação passaria de 0,3163 a 0,7791.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

A análise dos dados nos permite concluir o setor superior da bacia do Parnaíba constitui-se a principal fonte de sedimentos, com uma produção específica da ordem de 94,8 t/km<sup>2</sup>/ano. Por se tratar de uma área de cerrado, que apresenta grande expansão da produção agrícola comercial, requer uma atenção especial por parte órgãos envolvidos com a proteção e conservação dos recursos naturais.

A bacia hidrográfica do Rio das Balsas apresenta a maior contribuição no aporte de sedimentos para o rio Parnaíba, ficando atrás apenas da bacia hidrografia do alto Parnaíba. Ressalta-se que estas áreas são largamente utilizadas para produção agrícola de larga escala, dada as condições de geoambientais da região.

A bacia do rio Gurguéia destaca-se por apresentar grande produção de sedimentos, sem, contudo, drená-los para o rio Parnaíba, indicando uma condição de sedimentação dentro de sua própria bacia.

O excesso de sedimentos transportados e depositados no leito do rio Parnaíba, evidencia os impactos ambientais existentes na extensão de sua bacia. Acredita-se que a solução para este problema é a gestão integrada de sua bacia, articulando mecanismo de gestão territorial e proteção/conservação dos recursos naturais, valendo-se nos instrumentos propostos pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e Plano Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997) (BRASIL, 1981; 1997).

Deste modo, recomenda-se a implantação imediata do comitê da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, especialmente por sua área abranger três estados federativos, onde as ações de gestão ambiental e de recursos hídricos precisam ser coordenadas visando a sustentabilidade ambiental da bacia. Propõe-se ainda, a instalação dos comitês em cada sub-bacia da região hidrográfica do Parnaíba com o intuito de descentralizar as ações de gestão e planejamento ambiental.

Recomenda-se, veementemente, a ampliação da infraestrutura de monitoramentos de dados sedimentométricos, fluviométricos e pluviográficos da bacia do Parnaíba, visando diminuir o problema da escassez de dados que interfere significativamente nos estudos e desenvolvimento de ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

## **REFERÊNCIAS**

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistemas de informações hidrológicas.** 2015. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

**BRASIL.** Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 17 out. 2015.

**BRASIL.** Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em 17 out. 2015.

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP:** Atlas da Bacia do Parnaíba – Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006. 126 p.

**CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL, 2000, 154 p. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/guia\\_prat\\_port.pdf](http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/guia_prat_port.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

**LIMA, J. E. F. W.; SANTOS, P. M. C.; CARVALHO, N. de O.; SILVA, E. M. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília: ANELL, ANA, 2004. Disponível em: <[www.cpac.embrapa.br/download/1152/t](http://www.cpac.embrapa.br/download/1152/t)>. Acesso em: 17 out. 2015.

**LIMA, J.E.F.W.; LOPES, W.T.A.; CARVALHO, N.O.; VIEIRA, M.R.; SILVA, E.M.** Suspended sediment fluxes in the large river basins of Brazil. In: WALLING, D.E.;

HOROWITZ, A.J. (Ed.) **Oxfordshire**: IAHS, 2005 p. 355-363. (IAHS Publication 291). Disponível em: <<http://goo.gl/SazaSv>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da região hidrográfica do Parnaíba**. SRH. Brasília, 2006. 190 p. Disponível em: <<http://goo.gl/rKe7iS>>. Acesso em: 17 out. 2015.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed., atual. e rev. Rio de Janeiro: ABES, 2008, 343 p.

NUNES, H.K.B; GOMES, M.L.; PAULA, J.E.A. Assoreamento e formação de bancos de areia no leito do rio Parnaíba, na zona urbana de Teresina-Piauí. **Revista Geonorte**, v.10. n. 1. 2014. p.156-160. Disponível em: <<http://goo.gl/ZkA7Nz>>. Acesso em: 28 maio 2015.

OLIVEIRA, T. B. F. de; COSTA, T. M. de S.; SOUSA, Y. S. C.; SILVA FILHO, J. P. da; SILVA, R. L. G. N. P. Estudo da qualidade ambiental do rio Parnaíba, Teresina-PI, baseado na quantificação de metais em sedimentos e de nutrientes na água. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBQ, 2009. Disponível em: <<http://sec.sjq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0669-1.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

PAIVA, J. B. D. de; BELING, F. A. (2006). Estimativa da produção anual de sedimentos para fins de avaliação do assoreamento de reservatórios. Estudo de caso: rio das Velhas, rio Paracatú e Urucuia. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 7., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2006. p. 1-20. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/paiva/download/Paiva-VII%20Enes.pdf>>. Acesso em: 20 maio de 2015.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. 2. ed. São Carlos: Rima, 1997, 158p.

---

## A UNIDADE DA GEOGRAFIA: A VISÃO DE CARLOS AUGUSTO DE FIGUEIREDO MONTEIRO<sup>1</sup>

Francisco de Assis **VELOSO FILHO**

Professor titular da Universidade Federal do Piauí, atuando junto à Coordenação do Curso de Geografia e ao Programa de Mestrado em Geografia.

aveloso@ufpi.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/7661414820168309>

---

O geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro é natural da cidade de Teresina, Piauí, graduou-se em Geografia e História pela Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, onde obteve o bacharelado (1949) e a licenciatura (1950).

Especializou-se em Geografia Física pelo Instituto de Geografia da Universidade de Paris, Sorbonne, França, com estágios em outros institutos daquela universidade, no período de 1951 a 1953.

Doutorou-se em Geografia pela Universidade de São Paulo, com a Tese “A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Vertente Sul Oriental do Brasil”, em 1967.

Obteve a Livre-Docência nessa mesma universidade, com a Tese “Teoria e Clima Urbano”, no ano de 1975.

Realizou Estágio Pós-Doutoral na Universidade de Tsukuba, Japão, com a pesquisa “On the “Desertification” in Northeast Brazil and Man’s Role in this Process” (1988), entre 1982 e 1983.

Foi eleito sócio efetivo da Associação dos Geógrafos Brasileiros, em 1961. É membro da Academia de Ciências do Estado de São Paulo.

Participou de diversos congressos da União Geográfica Internacional e integrou as comissões “Environmental Problems” e “Geographical Monitoring and Forecasting”, entre 1976 e 1988.

Foi homenageado como professor emérito pelas Universidades Federais de Santa Catarina e da Bahia e pela USP.

Em 2000, recebeu o título de Doutor *Honoris Causa* pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A nossa Universidade Federal do Piauí também concedeu ao prof. Carlos Augusto o título de Doutor *Honoris Causa*, no ano de 2007.

Iniciou suas atividades profissionais, ainda estudante, como Auxiliar de Geógrafo, no Conselho Nacional de Geografia, atual Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 1947, onde trabalhou por vinte anos.

O magistério em Geografia começou na Faculdade Catarinense de Filosofia, Florianópolis, em 1955.

Teve seqüência na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista, em Rio Claro, entre 1960 e 1964, e no Instituto de Ciências da Universidade de Brasília, no biênio 1966-67.

Foi professor na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, onde trabalhou de 1968 a 1987, quando se aposentou, aos 60 anos de idade. Nessa mesma universidade dirigiu o Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia, entre 1984 e 1987.

Continuou como professor de Geografia em programas de pós-graduação nas Universidades Federais de Santa Catarina e de Minas Gerais, entre 1987 e 1990,

Foi Professor Visitante na Faculdade Internacional de Estudos Culturais, da Universidade de Tenri, Província de Nara, Japão, de 1995 a 1997.

Nessas atividades de magistério, lecionou principalmente disciplinas de Geografia Física, como Climatologia, Fisiologia da Paisagem, Geomorfologia, Biogeografia, Conservação dos Recursos Naturais e Qualidade Ambiental, tanto em cursos de graduação, como em programas de pós-graduação.

Atuou também como profissional (consultor) na elaboração de estudos geográficos aplicáveis na conservação do meio ambiente e no planejamento territorial, em diversas unidades da federação.

A primeira experiência aconteceu logo no início de sua carreira, quando participou do grupo de trabalho organizado pela Fundação Getúlio Vargas e pelo IBGE, sob coordenação do prof. Francis Ruellan, para estudo da localização da nova capital da República.

Colaborou em levantamentos para o planejamento urbano junto ao Escritório Arquiteto Joaquim Guedes&Associados, em projetos urbanísticos elaborados nas cidades de Marabá (1973) e Barcarena (1979), ambas no Pará, e em Caraíbas (1985), na Bahia.

Em São Paulo, participou de estudo de viabilidade para implantação de um distrito industrial em Santos (1968), de projeto para implantação de um parque metropolitano em São Caetano (1972) e de plano de urbanização do litoral norte do Estado (1973).

Assessorou a Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia da Bahia por quase uma década. Essa parceria compreendeu a elaboração do Atlas Climatológico da Bahia (1976), o levantamento do uso da terra e da qualidade ambiental na região central do Estado (1978 e 1981) e um estudo da qualidade ambiental na Grande Salvador e no Recôncavo Bahiano (1984).

Em seus escritos, enfatiza a influência dos mestres franceses na sua formação e em suas pesquisas. Destaca a concepção integradora da Ciência Geográfica (Terra – Homem) estabelecida por Paul Vidal de La Blache, a sistematização da Geografia Física empreendida por Emmanuel de Martonne e as referências metodológicas elaboradas por Maximilien Sorre, inclusive para o estudo geográfico do clima.

Destacou em sua obra a importância dos aspectos metodológicos da Ciência e do intercâmbio de idéias e de experiências entre profissionais de diferentes países.

Na Geografia Física, apontou como avanços marcantes o estudo integrado de paisagens, o estudo da dinâmica dos processos e a abordagem de sistemas, a partir de contribuições iniciais de geógrafos alemães, franceses e russos, incorporadas e reelaboradas pela comunidade geográfica no Brasil.

A sua Tese de Doutorado “A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Vertente Sul Oriental do Brasil” (1967) e a Tese de Livre-Docência “Teoria e Clima Urbano” (1975) representam a sua abordagem do estudo geográfico do clima.

A pesquisa de Pós-Doutorado na Universidade de Tsukuba, “On the “Desertification” in Northeast Brazil and Man’s Role in this Process” (1988), exemplifica uma abordagem sistêmica de um problema geográfico.

Além dessas contribuições acadêmicas especializadas e dos estudos voltados para a conservação do meio ambiente e para o planejamento territorial, o prof. Carlos Augusto realizou pesquisas nos campos da epistemologia da Geografia e das vinculações dessa ciência com as Artes.

Suas incursões nessas áreas decorrem de reflexões a respeito do exercício profissional e da prática de ensino, que se tornaram mais efetivas após sua aposentadoria na USP.

A primeira contribuição específica quanto à metodologia da Geografia foi dada no 3º Encontro Nacional de Geógrafos, realizado em Fortaleza, Ceará, em 1978, com o trabalho “Apontamentos para uma Avaliação da Geografia no Brasil (1934-1977)”.

Dez anos depois teria artigo publicado em número comemorativo do cinqüentenário da Revista Brasileira de Geografia, editada pelo IBGE, ao lado de geógrafos como Aziz Nacib Ab'Saber, Bertha K. Becker, Pedro Pinchas Geiger e Speridião Faissol: “Travessia da Crise (tendências atuais na Geografia)”.

Seu livro *Geossistemas – a história de uma procura* (São Paulo: Contexto, 2000) também pertence a essa vertente dos seus trabalhos.

Os primeiros textos sobre o geográfico em obras literárias foram elaborados logo após sua aposentadoria, em 1987, a partir da análise de obras de Guimarães Rosa, Graciliano Ramos, Aluísio de Azevedo e Gilberto Freyre.

Como resultado desses estudos, dentre outros eventos, participa assiduamente das “Semanas Roseanas”, realizadas em Cordisburgo, terra natal do escritor, e em seminários promovidos pela PUC – Belo Horizonte.

A segunda estada no Japão, como Professor Visitante na Universidade de Tenri, também foi dedicada ao tema Geografia – Literatura.

Os resultados desses trabalhos foram reunidos no livro *O Mapa e a Trama. Ensaios sobre o conteúdo geográfico em criações românticas*, publicado pela Editora da UFSC, em 2002.

No seu penúltimo livro - *Geografia Sempre. O Homem e seus Mundos* (Campinas: Edições Territorial, 2008), esses dois temas reúnem os capítulos constituintes: “Conjecturas Geográficas” e “Espaço Geográfico e Arte”. Nessa segunda parte, além da literatura, o autor envereda na busca das relações entre essa ciência e o cinema e a pintura, tendo como ponto central das discussões um documentário do jovem cineasta catarinense José Rafael e as obras de Miguel Dutra, artista paulista do século XIX.

Desse livro, destaquei dois trechos, em que o próprio homenageado avalia sua contribuição e sintetiza a sua interpretação sobre a Geografia.

“... aposentei-me aos sessenta (60) anos de idade em março de 1987. A aposentadoria não significou uma “parada” em minhas atividades. Quis apenas significar uma “mudança”. Embora não tenha deixado de “produzir” – ao contrário, tenho trabalhado muito desde então, - iniciei outra fase, que é a atual, que eu prefiro designar como sendo de REFLEXÃO.” (MONTEIRO, 2008, p.22).

[...]

“O que realmente caracteriza as reflexões diz respeito às obras que realizei dando um balanço autocrítico sobre o meu desempenho passado, o que se materializou nas obras “Clima e Excepcionalismo” (MONTEIRO, 1991) e “Geossistemas: a história de uma procura” (MONTEIRO, 2000).

Uma realização que não deixa de ser geográfica foi a produção de um alentado trabalho sobre a minha terra natal – o Piauí -, um misto de estudo histórico-geográfico associado a memorialismo, já que foi centrado na saga familiar, abrangendo quatro gerações (1850-1950), tomada como “meio” da caracterização histórica e sócio-econômica sobre aquele Estado tão pouco conhecido. Disso resultou um conjunto de cinco volumes, com um total de duas mil páginas, ilustradas por mim. Uma obra muito complexa que, por isso mesmo, permanece inédita mas que, talvez, tenha sido a coisa mais relevante que conseguir produzir.

[O primeiro volume, *Tempo de Balaio*, foi publicado pela Editora da UFSC, em 2007. Os quatro volumes seguintes - *Rua da Glória* - serão lançados neste evento pela Editora da UFPI. A promessa de lançamento desses livros foi feita pelo reitor Luiz dos Santos Júnior e agora cumprida pelo reitor José Arimatéia Dantas].

Outra realização paralela, para mim muito importante, foi a minha colaboração com o Centro de Estudos Brasileiros da Faculdade Internacional de Estudos Culturais da Universidade de Tenri, província de Nara, no Japão, onde atuei nos anos de 1995 a 1997. Nesses dois anos estudei muito e produzi alguns trabalhos sobre o Brasil, alguns publicados, outros inéditos. Tive ensejo de viajar pelo extremo oriente visitando a maior parte dos seus países.” (MONTEIRO, 2008, p.23).

Cito outros trechos do prof. Carlos Augusto para iniciarmos este Simpósio com uma idéia fundamental a respeito da nossa ciência.

“O tema das relações entre o Homem (genérico) ou da Sociedade com a Natureza incide diretamente com o problema crônico da fatal dicotomia que afeta o conteúdo epistemológico da Geografia, em sua divisão entre Geografia Física – Geografia Humana.

Em toda a minha já longa trajetória de aprendiz de geógrafo [...] tenho sido um ardoroso adepto da “unidade” da Geografia, considerando que as divisões a partir de Física e Humana são meras estratégias didáticas para o ensino após o que a multiplicação temática, para fins de

pesquisa, particulariza setores eleitos para um conhecimento mais aprofundado mas cujos resultado devem, forçosamente, convergir para uma integração espacial-temporal mais ampla.

Contra essa fatal dicotomia Físico-Humana que perturba a Geografia, dediquei minha atenção em muitas diferentes abordagens, ao longo de minha travessia. [...]"

Era minha intenção não voltar a tratar desse crônico problema. Contudo, ao tratar nesses últimos dias do tema [...] um novo esforço de leituras e reflexões resultou em novos vislumbres que me animaram a abordar, mais uma vez, os complicados termos das relações Homem-Natureza e as mais significativas "mudanças" ocorridas nos tempos históricos e sua repercussão na Geografia. (MONTEIRO, 2008, p. 73-74).

[...]

"E será, sobretudo, a compreensão desse relacionamento indissolúvel entre o homem e a natureza que assegurará – malgrado o teor e o grau das mudanças – aqueles quatro aspectos fundamentais apontados por Anne Buttiner – poesia, razão, educação e trabalho [tradução livre]. Enquanto houver natureza e o homem sensível capaz de comover-se com a sua organização e sua beleza, o contato direto, na observação do campo, será uma necessidade, a despeito das mais refinadas tecnologia produtoras de imagens. A ordenação dessa observação direta e empírica e seu cruzamento com outras observações poderão fornecer o suporte básico às elocubrações teóricas. Por mais diferentes que assumam os mundos em que vivemos – na permanente dinâmica do eterno fluir, e por isso mesmo – haverá a necessidade absoluta de informar aos adolescentes e crianças as características daqueles mundos em que eles irão ingressar. Isso confirma a permanência e validade do papel da Geografia no processo educativo das novas gerações. E, finalmente, uma Geografia bem conduzida poderá juntar-se, interdisciplinadamente, na elaboração do planejamento, inclusive para as desejadas mudanças que visem construir melhores futuros." (MONTEIRO, 2008, p.96).

Por tudo isso, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro é motivo de orgulho para todo o Brasil, em especial, para nós, piauienses, seus conterrâneos.

---

## REMINISCÊNCIAS E MANIFESTAÇÕES ATUAIS DOS FAZERES DA GEOGRAFIA FÍSICA NO PIAUÍ: UMA HOMENAGEM AOS PROFESSORES COM ATUAÇÃO EM NOSSAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR<sup>1</sup>

Francisco Gomes **RIBEIRO FILHO**  
Docente da Universidade Estadual do Piauí  
gomesgeografo@ig.com.br  
<http://lattes.cnpq.br/9959216263401526>

---

Srs. professores, caríssimos estudantes, Srs. convidados e demais autoridades que se fazem presentes a esta solenidade de abertura do XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, sejam todos bem vindos a nossa querida mesopotâmia teresinense.

Gostaríamos, inicialmente, de apresentar nossos sentimentos de gratidão à comissão organizadora deste evento por nos oportunizar a condução deste rito que objetiva por em relevo o significado e a importância do legado deixado, ou daquele legado ainda em construção, e que ilustra a representatividade de alguns renomados geógrafos da comunidade acadêmica do Piauí.

Queremos também, oportunamente, pedir a compreensão de todos diante das imprecisões que provavelmente venham a se manifestar em relação ao conjunto das referências que aqui serão feitas aos nossos homenageados, pois em qualquer ação que vise a reconhecer e/ou a destacar a capacidade dos que se doam aos grandes empreendimentos humanos sempre corremos o risco de fazê-lo em condição incompleta.

Não é incomum, na imensidão do Nordeste, em especial no Piauí, a intelectualidade manifestar seus traços iniciais sob a rigidez dos calos que dão identidade às mãos, revelando-se aí traços particulares de um povo que produz sua história, seus modos de conhecer o mundo, a partir da leitura imediata da natureza em seu estado mais puro, aquele que se revela como suporte das atividades realizáveis através das potencialidades do solo, das águas, da sua fauna e da sua flora.

<sup>1</sup>Homenagem prestada a Docentes dos cursos de Geografia das Universidades Federal e Estadual do Piauí durante o XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, realizado e 28 de junho a 01 de julho de 2015 na cidade de Teresina, Piauí.

Talvez seja mesmo assim que muitos iniciem suas biografias: na roça, no trato aos animais, na busca por uma intimidade com a água, no apego às tradições da sua vida; sonhando com o que de bom poderá vir, mas jamais se deixando perder a sua condição de ser nordestino, pois, como nos sugere Rachel de Queiroz, “enquanto houver juazeiro e mandacaru em pé e água no açude, trato do que é meu”!

Um evento desta magnitude encontra, certamente, uma razão fundamental na possibilidade inequívoca de permitir identificar alguns dos resultados advindos da luta árdua empreendida por valorosos homens e mulheres devotados à produção da ciência geográfica no Piauí, no Brasil e no mundo.

Ele representa ainda uma oportunidade ímpar para que possamos refletir a respeito dos inúmeros contextos nos quais se manifestam nossos esforços que buscam proporcionar continuidade de existência ao discurso da ciência, aos nexos da sua epistemologia, favorecendo acréscimos, contribuições, fazendo surgir novos redirecionamentos das nossas práticas, dos nossos pensares, que são sempre retroalimentados pela investigação, pelo desconforto frente ao desconhecido, ou por aquilo que parece sempre exigir de nós a predisposição a empreendermos atos de reconstrução de uma nova realidade paradigmática, sob a motivação das mudanças do próprio mundo. Mudanças essas que sempre se fazem em permanentes dinâmicas, proporcionando inspirações aos nossos espíritos, no sentido de nos possibilitar viver o sonho de ver realizar-se a humanização do ser humano também pelos caminhos inerentes àquilo que surge pela plena graça da ciência.

Necessitamos, então, situar nesse ambiente de esforços, ao tempo em que também de destaques, por conta das marcas que vão se revelando aos que fazem, ou aos que de alguma forma acompanham, o movimento da Geografia na academia, o valor da contribuição representada pelo trabalho de um vasto grupo de devotados geógrafos, que em muito contribuíram ou vêm contribuindo com os fazeres da Geografia Científica, em especial com vistas ao que na história dessa ciência tem sido até então denominado de Geografia Física.

Alguns deles já não se fazem mais presentes nos espaços físicos de produção dos debates, das pesquisas, dos encontros ou simpósios, como o que ora nos reúne neste evento. Mas é fato que tais homens e mulheres denodados deixaram-nos um legado que se soma aos esforços daqueles que primam pelo valor qualificado na memória da ciência, contribuindo para a produção da riqueza cultural que dá identidade aos lugares de produção do ensino e, por bem dizer, também da pesquisa. É o que aqui podemos fazer situar diante do que ocorre com a pléiade de professores aos quais honrosamente nos dirigimos nesta solenidade de

homenagens, reconhecendo aqueles que aqui serão lembrados como seres humanos e estudiosos de grande envergadura, constituindo-se, por extensão dos seus elevados espíritos de doação aos esforços de construção da ciência geográfica, em exemplos de indivíduos laboriosos, que verteram suor e almagamaram esforços físicos aos eventos de inspiração intelectual para descobertas em ações investigativas e o consequente incremento de melhorias aos processos de comunicação a partir dos achados da ciência.

Iniciamos, então, as nossas homenagens revisitando a memória do professor:

### **AGOSTINHO PAULA BRITO CAVALCANTI**

- “Graduou-se em Geografia”, pela Universidade Estadual do Ceará, em 1982;
- Tornou-se “Especialista em Gerenciamento Costeiro”, pela Universidade Federal do Ceará, em 1984;
- Tornou-se “Mestre em Geografia”, pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, em 1996, realizando a “Caracterização e Análise das Unidades Geoambientais da Planície Deltaica do rio Parnaíba - PI”;
- Tornou-se Doutor em Geografia, pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, em 2001, investigando os “Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí”;
- Cursou Pós-Doutorado em Geografia, pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, entre 2006 e 2007;
- Foi professor Associado da Universidade Federal do Piauí, no Departamento de Geografia e História, no período entre 1992 e o ano de 2011;
- Desempenhou diversas funções no Centro de Ciências Humanas e Letras da UFPI, tais como coordenação de curso, coordenação de programas e coordenador de projetos de pesquisa;
- Foi membro do Conselho Editorial dos periódicos: Revista Terr@Plural, Geografia Publicações Avulsas, CLIMEP Climatologia e Estudos da Paisagem e OLAM - Ciência & Tecnologia;
- Publicou vários artigos científicos em periódicos especializados, sobremaneira aqueles relacionados aos estudos de Geografia Física;

- Publicou, de sua autoria, os seguintes livros: Fundamentos Históricos da Geografia, Métodos e técnicas da análise ambiental - Guia para estudos do meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: Bases Teóricas e Conceituais;
- Participou, na condição de coautoria, da publicação de outros cinco livros relacionados aos temas de análise ambiental, ambiente costeiro e manejo de ecossistemas;
- Apresentou capítulos publicados em mais seis diferentes livros;
- Deixou-nos textos publicados em jornais e revistas, abordando temas relacionados à Geografia Física;
- Deixou-nos uma significativa lista de trabalhos completos publicados em anais de congressos;
- Integrou inúmeras bancas, na condição de orientador ou de membro, de monografias de curso de graduação e pós-graduação e também de concursos públicos.
- Faleceu no dia 17 de setembro do ano de 2011.

Queremos também aqui render nossas homenagens à inestimável memória do professor:

### **JOÃO GABRIEL BAPTISTA**

- Nasceu em Teresina em 04 de agosto de 1920;
- Foi professor do Ensino Médio, tendo ministrado as disciplinas de Matemática, Física, Desenho e Geografia;
- Concluiu o curso superior em “Engenharia Civil” na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, em 1946;
- Iniciou, mas não concluiu o curso superior em “Filosofia”, pela Faculdade Católica de Filosofia do Piauí, em 1958.
- Realizou inúmeras palestras e/ou conferências, com temáticas geralmente associadas às áreas de Engenharia e de Geografia;
- Exerceu diversas funções como engenheiro, junto a diversos órgãos do estado e de alguns municípios do Piauí;

- Atuou como professor em escolas privadas de Teresina, assim como também na Escola Industrial do Piauí, na Faculdade Católica de Filosofia do Piauí, no Liceu Piauiense e, entre os anos de 1970 e 1991, na Universidade Federal do Piauí;
- Desempenhou diversas funções no Centro de Ciências Humanas e Letras da UFPI, tais como coordenador de curso, coordenador de programas e coordenador de projetos de pesquisa;
- Publicou inúmeros livros, tais como:
  - Vulcões no Brasil;
  - Nascentes de um rio;
  - Resumo corográfico do estado do Piauí;
  - Geografia Física do Piauí;
  - Mapas geohistóricos do Piauí;
  - A origem do Parnaíba;
  - Etnohistória indígena piauiense;
  - Potencial e similaridade;
  - Problemas cartográficos;
  - Projeções azimutais;
  - Geomorfologia;
  - Biomas piauienses;
  - Barragens do rio Poti;
  - Meio ambiente.
- Publicou vários artigos em revistas e jornais, assim como artigos científicos em periódicos especializados, em geral abordando a Geografia Física do Piauí;
- Foi homenageado com o título de Professor Emérito da Universidade Federal do Piauí, no ano de 1995;
- Recebeu da Federação Nacional de Engenharia, em 1996, diploma e medalha de honra ao mérito;
- Recebeu da Prefeitura Municipal de Teresina a Medalha Conselheiro Saraiva;
- Foi Secretário Geral da Academia Piauiense de Letras;
- Faleceu, aos 89 anos, no dia 20 de março do ano de 2010.

Merece também ser lembrada, na grandiosidade deste evento, a memória do ilustre professor:

## **JOSÉ FERREIRA MOTA JÚNIOR**

- “Graduou-se em Licenciatura Plena em Geografia”, pela Universidade Federal do Piauí, em 1981;
- Tornou-se “Especialista em Organização do Espaço no Mundo Tropical”, pela Universidade Federal de Pernambuco, em 1984;
- Tornou-se “Mestre em Geografia”, pela Universidade Federal de Pernambuco, em 2002, investigando “A dinâmica da paisagem no Sudoeste piauiense: Uruçuí”;
- Deixou um Curso de Doutorado em andamento, no qual buscava empreender a “Analise estrutural das coberturas pedológicas da vertente oeste da Serra do Uruçuí, na bacia do rio Uruçuí Preto, no município de Uruçuí-PI;
- Foi professor em regime de Dedicação Exclusiva da Universidade Federal do Piauí, no Departamento de Geografia e História, no período entre 1991 e o ano de 2011;
- Desempenhou diversas funções no Centro de Ciências Humanas e Letras da UFPI, tais como chefe de departamento, coordenador de curso, coordenador de programas e conselheiro de centro;
- Exerceu a função de chefe da Divisão de Vigilância da UFPI, entre os anos de 1986 e 1997;
- Foi professor substituto do ensino de Geografia junto à Universidade Estadual do Maranhão, entre os anos de 1987 e 1989;
- Foi professor de Geografia na Educação Básica, atuando junto à Secretaria Estadual de Educação do Piauí, entre os anos de 1981 e 1991;
- Deixou-nos trabalhos completos publicados em anais de congressos, tais como:
  - Impactos ambientais no Parque Floresta Fóssil do Poti - Teresina(PI), Brasil (XII EGAL, em 2009, em Montevideo - Uruguai);
  - As planícies de inundação fluvial do Parnaíba e Poti em Teresina - Piauí - Brasil: transformações (in)sustentáveis (1980-2004), no XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal - RN;
  - Impacto ambiental: uma análise sobre a extração de minerais no bairro Santo Antonio, Zona Sul de Teresina. (I Simpósio de Geografia Física do Nordeste, 2007, no Crato - CE;
- Integrou inúmeras bancas de monografias de curso de graduação e pós-graduação e de concursos públicos.

- Faleceu no dia 16 de maio do ano de 2011.

Necessitamos reconhecer aqui também a importância do legado que nos fora deixado pelo professor:

### **LUCIANO FERREIRA RODRIGUES**

- Nasceu em Fortaleza, em 28 de maio de 1951;
- Graduou-se em Licenciatura Plena em Geografia, em 1980, e em Bacharelado em Geografia, em 1983, ambos pela Universidade Federal do Ceará;
- Iniciou o curso de “Especialização em Gestão Universitária”, em 1995, mas não concluiu, devido a problemas em sua saúde;
- Trabalhou na Companhia Maranhense de Pesquisa Mineral, na divisão de Cartografia;
- Trabalhou na Companhia de Pesquisa e Aproveitamento dos Recursos Naturais em São Luís do Maranhão;
- Compôs o Conselho Federal de Engenharia, Agronomia e Arquitetura, em Brasília, entre 1985 e 1986, onde contribuiu para a Reformulação da Lei nº 5.194/66, reguladora do exercício das profissões de Engenheiro Civil, Arquiteto e Engenheiro Agrônomo;
- Foi professor, em regime de Dedicação Exclusiva, da Universidade Federal do Piauí, desde o ano de 1984, aposentando-se no início dos anos 2000;
- Exerceu a função de Subchefe do Departamento de Geografia e História, entre os anos de 1985 e 1986;
- Proferiu inúmeras palestras na área de Geografia Física, dedicando-se preferencialmente às atividades do ensino;
- Participou de bancas de concurso público para professor de Geografia da UFPI;
- Faleceu, aos 62 anos, no dia 31 de outubro do ano de 2013.

Em nome ainda deste simpósio, queremos também prestar aqui a necessária homenagem à professora:

## **IRACILDE MARIA DE MOURA FÉ LIMA**

- Nasceu na cidade de Simplício Mendes-PI;
- Graduou-se em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Ceará, em 1971;
- Tornou-se “Mestre em Geografia”, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 1982, realizando a “Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poty”;
- Tornou-se Doutora em Geografia, pela Universidade Federal de Minas Gerais, em 2013, investigando a “Morfodinâmica e Meio Ambiente na Porção Centro-Norte do Piauí”;
- É professora Adjunta da Universidade Federal do Piauí, em regime de dedicação exclusiva, com vínculo desde 1975;
- Foi professora assistente da Universidade Estadual do Piauí entre os anos de 2000 e 2002;
- Foi tutora do Programa Especial de Treinamento em Arqueologia, da Universidade Federal do Piauí, entre os anos de 1983 e 1994;
- Desempenhou e ainda desempenha diversas funções no Centro de Ciências Humanas e Letras da UFPI, tais como coordenadora de projetos de extensão e coordenadora de projetos de pesquisa;
- Recebeu Medalha de Honra ao Mérito pela contribuição à Cultura Piauiense, concedida pela Academia Piauiense de Letras, em 2007;
- Recebeu Medalha de Honra ao Mérito Conselheiro José Antonio Saraiva, concedida pela Prefeitura Municipal de Teresina - Piauí, em 2002;
- Recebeu Premiação de Livro Didático, Concedida pelo Projeto Nordeste - PNLD - MEC, em 1998.
- Publicou, como resultado de sua autoria, o seguinte livro:
  - De Moura aos Moura Fé: resgate de uma trajetória;
- Publicou, como organizadora, os seguintes livros:
  - Paróquia de Fátima: sua história, sua gente.
  - Água: recurso natural finito;
- Publicou, em coautoria, os seguintes livros:
  - Geografia - Piauí;

- Teresina: cidade verde;
- O Semiárido Piauiense: vamos conhecê-lo?;
- Teresina: Tempo espaço - História;
- Teresina: Tempo espaço - Geografia;
- Atlas Escolar do Piauí;
- Teresina: Tempo e Espaço;
- Publicou vários artigos em revistas e jornais, assim como artigos científicos em periódicos especializados, em geral abordando a Geografia Física do Piauí;
- Contribuiu com a publicação de capítulos de livros vinculados aos temas ambientais e aos estudos antropológicos;
- Vem integrando inúmeras bancas, na condição de orientadora ou de membro, de monografias de curso de graduação e pós-graduação e também de concursos públicos.

Em nome da Comissão Organizadora do XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, agradecemos a atenção de todos.

---

## O BABAÇU NA ZONA URBANA DE TERESINA – PI: DISTRIBUIÇÃO E VIABILIDADE PAISAGÍSTICA

Lorran André MORAES

Biólogo. Bi - graduado em Ciências Biológicas UFPI/UESPI. Especialista em Gestão e Educação Ambiental Prof. Tutor do Curso de Biologia na Modalidade EAD. Colaborador do Núcleo de Pesquisa em Meio Ambiente e Paisagismo-NUPEMAP da Universidade Estadual do Piauí-UESPI

[lorranbio@hotmail.com](mailto:lorranbio@hotmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/8479768402300921>

Roselis Ribeiro Barbosa MACHADO

Bióloga, Doutora em Geografia/UFPE. Professora Adjunta III do Centro de Ciências da Natureza – CCN – UESPI. Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Paisagismo e Meio Ambiente - NUPEMAP / UESPI.

[roselis.machado@ig.com.br](mailto:roselis.machado@ig.com.br)

<http://lattes.cnpq.br/1591841491435148>

Maria de Fátima Veras ARAÚJO

Bióloga, Doutora em Geografia/UFPE. Professora Adjunta IV do Centro de Ciências da Natureza – CCN – UESPI. Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Paisagismo e Meio Ambiente - NUPEMAP / UESPI

<http://lattes.cnpq.br/5210437800253488>

---

### RESUMO:

O babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) é uma palmeira nativa do Brasil pertencente à família Arecaceae, sendo o gênero (*Attalea* Mart. ex. Spreng) um dos mais representativos dentre os 252 gêneros da família. A Espécie é predominante nos domínios fitogeográficos da Amazônia e Cerrado, ocupando enormes extensões de terra formando a zona de “babaçuais” principalmente nas regiões do norte e nordeste em direção ao centro. O Objetivo desta pesquisa foi quantificar a presença do babaçu presente na zona urbana da cidade de Teresina - PI, identificando os principais usos na cidade, é avaliando suas características e potencial a fim de permitir suas indicações para os diversos usos/ou modalidades na paisagem urbana. A pesquisa foi realizada na zona urbana de Teresina-Pi no período de 2009 a 2013, nos principais bairros foram identificados e quantificados os indivíduos. Foram diagnosticados 808 indivíduos de babaçu presentes em vias públicas, praças e parques da cidade. A palmeira é detentora de um potencial paisagístico e estético é indicada para uso na arborização de vias públicas e de diversas áreas verdes como em parques, praças e jardins, pois, é altamente ornamental fazendo parte da composição florística e da arborização urbana de Teresina-PI.

**Palavras-chave:** Paisagem urbana. Palmeira ornamental. Potencial de uso paisagístico.

## **THE BABASSU IN URBAN TERESINA ZONE - PI: DISTRIBUTION AND FEASIBILITY LANDSCAPE**

### **ABSTRACT:**

The babassu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) is a palm tree native to Brazil belonging to the family Arecaceae, with the genre (*Attalea* Mart. Ex. Spreng) one of the most representative among the 252 family genres. The species is prevalent in phytogeographic areas of the Amazon and Cerrado, occupying huge tracts of land forming part of the "babassu" mainly in the northern and northeastern regions toward the center. The objective of this research was to quantify the presence of this babassu in the urban area of the city of Teresina - PI, identifying the main uses in the city, is evaluating its characteristics and potential to allow his statements to the various uses / or modalities in the urban landscape . The survey was conducted in the urban area of Teresina-Pi from 2009 to 2013, the main neighborhoods were identified and quantified individuals. 808 individuals were diagnosed babassu present on public roads, squares and city parks. The palm tree holds a scenic and aesthetic potential is indicated for use in afforestation roads and several green areas in parks, squares and gardens, therefore being highly ornamental part of the floristic composition and urban afforestation of Teresina-PI .

**Key words:** Urban landscape. Ornamental palm. Potential for landscaped use.

## **EL BABASÚ EN ZONA URBANA DE TERESINA - PI: DISTRIBUCIÓN Y PAISAJE DE VIABILIDAD**

### **RESUMEN:**

El babasú (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) es un árbol originario de Brasil perteneciente a la familia Arecaceae, y el género (*Attalea* Mart. Ex. Spreng) una de las más representativas entre los 252 géneros de la familia. La especie es frecuente en zonas fitogeográficas de la Amazonia y el Cerrado, ocupando grandes extensiones de tierra que forma parte del "babasú", principalmente en las regiones norte y noreste hacia el centro. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la presencia de esta babasú en la zona urbana de la ciudad de Teresina - PI, la identificación de los usos principales de la ciudad, está evaluando sus características y potencial de permitir que sus declaraciones a los diferentes usos / o modalidades en el paisaje urbano . La encuesta se realizó en el área urbana de Teresina-Pi 2009 hasta 2013, se identificaron y cuantificaron los individuos los principales barrios. 808 personas fueron diagnosticadas babasú presente en la vía pública, plazas y parques de la ciudad. La palmera es el titular de un potencial paisajístico y estético está indicado para su uso en las carreteras de forestación y varias zonas verdes en parques, plazas y jardines, por lo tanto, es parte muy ornamental de la composición florística y la forestación urbana de Teresina-PI .

**Palabras Clave:** Paisaje urbano. Palma ornamental. Potencial para el uso del paisaje.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente o maior desafio da arborização urbana está no conflito que se estabelece entre as árvores e os demais elementos que compõem o ambiente, para o pleno sucesso do Plano Diretor de Arborização é de fundamental importância à escolha da espécie adequada para implantação no ecossistema urbano (LACERDA, 2011).

Segundo Machado (2006), na arborização de cidades brasileiras observa-se uma crescente substituição da flora nativa por plantas exóticas, alterando o ambiente natural que resta nos centros urbanos. Este procedimento uniformiza as paisagens de diferentes cidades e contribui para a redução da biodiversidade no meio urbano, dissociando-o do contexto ambiental onde se insere. O emprego de espécies da vegetação nativa na arborização de parques, praças, jardins e passeios urbanos parece ser uma prática desejável, com importantes ganhos ambientais, estéticos e culturais para as cidades. A riqueza florística do Brasil oferece um elenco vasto e diversificado de espécies para cada categoria de uso urbano. A complexidade florística e estrutural das regiões tropicais e subtropicais reforçam a importância do estudo de suas floras (MACHADO, 2010).

No Paisagismo, espécies nativas e exóticas das mais diferentes classes das plantas ornamentais têm sido utilizadas para compor diversas paisagens propiciando benefícios estéticos e funcionais. Pesquisas direcionadas ao conhecimento de espécies vegetais nas diferentes regiões do Brasil têm sido uma constante entre a comunidade científica brasileira, cujos resultados enfocam os mais variados usos dos espécimes pesquisados (LEAL; BIONDI, 2006).

O Cerrado é um riquíssimo bioma rotulado de “celeiro” do mundo, possui uma área de 2.000.000 Km<sup>2</sup> correspondendo a 23% do território brasileiro, sendo o segundo maior em extensão e em biodiversidade do país é a savana mais biodiversa de todo o planeta, sendo considerado um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo, e possui ainda uma enorme variedade de espécies de plantas, animais e outros seres vivos, além de um grande número de diferentes populações humanas (RIBEIRO; WALTER, 2008, MEDEIROS, 2011).

A família Arecaceae, ou das palmeiras atualmente é constituída por 252 gêneros e aproximadamente de 2.600 espécies, chegando a formar um dos principais troncos da evolução das monocotiledôneas (DRANSFIELD, et al., 2008). De acordo com Lorenzi et al., (2010) no território brasileiro ocorrem naturalmente 38 gêneros e cerca de 270 espécies. Podendo ter sua distribuição geográfica bem ampla, tendo importância impar para uso

alimentar, medicinal, econômico, sócio-cultural e medicinal (SILVA, 2008). Das espécies vegetais mais significativas economicamente destaca-se a palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng), que se tornou uma das mais importantes representantes das palmeiras brasileiras, devido suas inúmeras utilidades (SILVA, 2008).

As palmeiras pertencem a família Arecaceae e estão entre as plantas mais utilizadas no paisagismo urbano, são plantas magníficas, emprestando grande beleza nas composições paisagísticas com um potencial altamente ornamental nos jardins. No seu aspecto geral, sua forma é inconfundível, elegante e estilizada propiciando uma valorização do ambiente interno (SOUZA; NALON; TONON, 2013).

O gênero (*Attalea* Mart. ex. Spreng) é um dos mais representativos dentre os 252 gêneros da família Arecaceae (LORENZI, 2010). Tem distribuição por toda a região Neotropical continental e algumas ilhas caribenhas, a taxonomia é controversa, conflitante e os especialistas não conseguem entrar em consenso, devido a significados taxonômicos, o número de espécie varia entre 29 e 67, com máximo para 73 espécies a serem combinadas (PINTAUD, 2008). Apresenta uma grande variedade ao longo do território brasileiro variando em família, gênero e espécie, os nomes populares também mudam muito de acordo com a região (LORENZI, 2010). Dentro desse gênero, a espécie (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) destaca-se pela pecualidade, graça e beleza da estrutura que lhe é característica.

O babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) é uma espécie nativa do Brasil, mas não endêmica, sendo predominante nos domínios fitogeográficos da Amazônia e Cerrado (LEITMAN, et al., 2012). Apresenta as seguintes características; tronco simples, robusto, imponente, com caule solitário, colunar de grande porte 10-30m de altura e 30-60 cm de diâmetro, copa em formato de taça, existe em conjunto de 15 a 20 folhas ou palmas, de cinco a dez metros de comprimento, com bainha e pecíolo persistente e fibroso, folhas pinadas, eretas e divergentes, com 175-260 pares de penas regularmente distribuídas sobre toda a extensão da raque (SOUSA & LORENZI, 2008; LORENZI, 2010).

A zona de “babaçuais” ou “mata dos cocais” ocupam enormes extensões de terras no Brasil principalmente nas regiões do norte e nordeste em direção ao centro, caracterizando-se pelos babaçuais, carnaubais e em direção ao oeste os carandasais. Distribuem-se ainda, numa área de aproximadamente 14,5 milhões de hectares, por doze estados brasileiros, a saber; Maranhão, Tocantins, Piauí, Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Pará, Mato Grosso e Amazônia (LEITMAN, et al., 2012; TEIXEIRA, 2008).

Nessa zona de babaquais há a presença de diversas palmeiras: macaúba (*Acrocomia sclerocarpa* Mart.), bacaba (*Oenocarpus* ssp), babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng), tucum (*Bactris setora* Mart.), (CARVALHO, 2010). De todas essas palmeiras, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) é a que apresenta maior importância ecológica, social e política como produto extrativista nos Estados do Tocantins, Maranhão, Pará e Piauí (SILVA, 2008).

A Distribuição Geográfica do Ecossistema Mata de babaçu no Estado do Piauí abrange 35 municípios (13,5%) com uma área de 21.636km<sup>2</sup> ou 8,6 % da área do Estado (CASTRO, 2007). Apresentando-se ainda de forma quase contínua, num raio de aproximadamente 40 km a leste do baixo e médio Parnaíba, tendo como limites extremos os municípios de Luzilândia ao Norte e Arraial ao Sul, onde as maiores concentrações recobrindo as baixadas e os vale úmidos, existindo ainda grupamentos dispersos ao Norte, Centro-Leste e Sul do Estado. As formas de ocorrências em função da vegetação apresentam-se numa gama diversificada de unidades (17 unidades) de associações.

Urge, portanto, o desenvolvimento de pesquisas que busquem avaliar a viabilidade de uso no espaço urbano de espécies nativas, na tentativa de restaurar um ambiente que propicie tanto a permanência do homem, quanto a preservação da flora e da fauna nativa, buscando resguardar a história das cidades. O Objetivo desta pesquisa foi quantificar a presença do babaçu presente na zona urbana da cidade de Teresina - PI, identificando os principais usos na cidade, registrando e detalhando as características com potencial paisagístico. Avaliando suas características e potencial a fim de permitir suas indicações para os diversos usos/ou modalidades na paisagem urbana, considerando os benefícios propiciados por esta formação para os ecossistemas urbanos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de atuação**

Teresina, a capital do estado do Piauí, está localizada na região centro-norte do Estado do Piauí, à margem direita do rio Parnaíba, com as coordenadas geográficas de 05°05'12" de latitude sul e 42°48'42" de longitude oeste, tendo ao lado o município maranhense de Timon. O município integra a microrregião homogênea de Teresina (MRH 3). Ocupa uma área de 1.809km<sup>2</sup>, sendo que a zona urbana ocupa 9,75% desta área (176,32km<sup>2</sup>).

A zona urbanizada, dotada de infra-estrutura, corresponde a 109,80km<sup>2</sup> e a área não urbanizada, destinada à expansão da cidade, tem 66,52km<sup>2</sup>. Na vegetação da cidade o cerrado e cerradão constituem a forma mais generalizada de vegetação que é representada por uma cobertura arbustiva de médio porte e densa. Integra ainda a paisagem os babaçuais e os carnaubais nativos, que se estendem por toda a área, preferencialmente ao longo dos vales e terrenos quaternários de maior fertilidade (TERESINA, 2003).

### **Regiões administrativas da cidade de Teresina-PI**

A zona urbana de Teresina-PI está dividida em cinco regiões administrativas geograficamente distintas: zona centro, norte, zona sul, zona leste e zona sudeste. (MACHADO, 2006). Os elementos que compõem o perímetro urbano da cidade de Teresina-PI, uma área total (Km<sup>2</sup>) de 243.6, sendo a área da vegetação de 114.4, área de urbanização de 113.9, área de solo exposto de 9.3 (MACHADO, 2010).

### **Procedimentos**

Levando em consideração esses dados, e os fatores que levaram a redução drástica da cobertura vegetal da zona urbana de Teresina Piauí, o levantamento da distribuição do babaçu na área urbanizada da cidade visou diagnosticá-lo presente nos vários tipos de categorias de arborização.

A pesquisa foi realizada de 2009 a 2013 com caminhamento nos principais bairros das respectivas regiões, em alguns bairros foi possível quantificar a presença do babaçu, de acordo com a facilidade de deslocamento e conhecimento pela parte integrante da pesquisa. As avaliações foram realizadas com vistas a conhecer um pouco do padrão de variabilidade de fatores que podem afetar a arborização urbana. A partir desta pré-avaliação e de posse de mapa da cidade em escala 1:25.000, a população foi subdividida em sub-populações homogêneas, tomando-se como critérios a: a qualidade dos serviços urbanos, a natureza da atividade principal na sub-região e as condições gerais da arborização.

Em cada sub-região foram realizados caminhamentos, acompanhando a disposição das ruas, abrangendo observações dos dois lados das ruas, registrando-se, em planilha de campo, a presença da palmeira babaçu (com suas características principais - porte, estados fitossanitários, danos causados por podas, valor visual e fenologia) atribuindo-se também uma

nota às condições gerais da cada árvore. Os Parques Ambientais urbanos e as praças existentes na cidade de Teresina-PI, também foram fontes de estudo e análise, quantificando-se a presença da palmeira babaçu nas suas composições.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A execução deste trabalho possibilitou quantificar a presença do babaçu em alguns bairros da zona urbana da cidade de Teresina – PI.

### **Quantificação da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) na zona urbana de Teresina – PI.**

Na pesquisa *in loco* foram amostrados 808 indivíduos de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng), distribuídos nas regiões centro, norte, sul, leste e sudeste onde foi realizado o levantamento. Destes, 708 babaçus presente em ruas/avenidas e em parques e 100 em praças da cidade. A região Sul apresentou o maior número de indivíduos de babaçu, representando (36.88%) ou 298 árvores, destas 243 encontradas em ruas e/ou avenidas e 55 nas praças da região. Na região Leste da cidade amostrou-se 224 indivíduos de babaçu, ou seja, 27.72% do número total, sendo 199 em ruas, avenidas e parques e 25 em praças. Em seguida a região Norte com 122 (15.09%) babaçus, onde 114 foram observados nas ruas, avenidas e em parques e apenas 08 nas praças da região. Já a região Centro apresentou o menor número de palmeiras babaçu 91 (11.26%), destes 82 em ruas e avenidas e nenhum em parque, e 09 localizados em praças da cidade.

A explicação para a grande quantidade de indivíduos pode ser devida a sua ampla distribuição geográfica no Estado do Piauí e no Município de Teresina. A área de ocorrência do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) no Estado do Piauí abrange uma distribuição espacial em 35 municípios, entre eles Teresina (CASTRO, 2007). A região do município de Teresina (PI) possui áreas de Cerrado e de Caatinga, biomas estes com diversidade vegetal característica (MACHADO, 2010). O município é composto por áreas com vegetação do tipo campo cerrado, floresta decidual secundária mista e babaçuais abrangendo uma área de 1.679,8 km<sup>2</sup> (CASTRO, 2007).

De acordo com o Zoneamento Ecológico do Babaçu no Estado do Piauí, ao Norte de Teresina, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) se distribui em meio a manchas de parque e mata aluvial, onde não se observam limites regulares ou contatos nítidos, mas manchas de babaçu, isto em caráter invasor e de ocupar principalmente áreas de baixas altitudes, características topográficas dessa área (CASTRO, 2007).

### **Principais usos da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) presente na arborização da zona urbana de Teresina – PI.**

O levantamento da distribuição do babaçu na zona urbana, foi realizada amostrando sua presença em ruas, avenidas, praças e parques da cidade, bem como em locais públicos e privado.

**Arborização de vias públicas: Calçadas de ruas/avenidas.**

A palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) foi amostrada fazendo parte da composição da arborização da Rodovia PI - 112 no bairro Socopo na zona leste de Teresina - PI. E também da Rua Bertolínia no bairro Mocambinho na zona norte de Teresina – PI.

#### **Arborização de vias públicas: Canteiro central**

Na arborização de vias públicas da cidade foram amostrados a presença do indivíduo da palmeira babaçu utilizado em canteiros centrais de vias públicas em Teresina – PI.

A palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) na Ornamentação paisagística do canteiro central da Avenida Frei Serafim na zona centro e na Avenida Henry Wall de Carvalho na zona sul de Teresina - PI. Essa avenida apresentou a maior quantidade de indivíduos de babaçu distribuído na sua composição vegetal, um total de 109 indivíduos, sendo 63 de pequeno porte (até 3m), 27 de porte médio (3m a 6m) e 19 de grande porte (acima de 6m). Os indivíduos de pequeno e médio porte não apresentaram nenhuma interferência no espaço. Já entre os 19 de grande porte, 6 apresentaram interferência na rede elétrica do canteiro, e outros sete foram podadas suas folhas para não interferirem na fiação.

O meio urbano é formado por elementos naturais, onde se inclui o conjunto de árvores dividindo-se em áreas verdes e arborizadas e elementos construídos (CARVALHO, 2010). É notório que toda cidade tem sua área de expansão urbana, essa pode ser em sentido para a área rural ou mesmo dentro dos próprios limites urbanos. Quando essa expansão é dentro dos

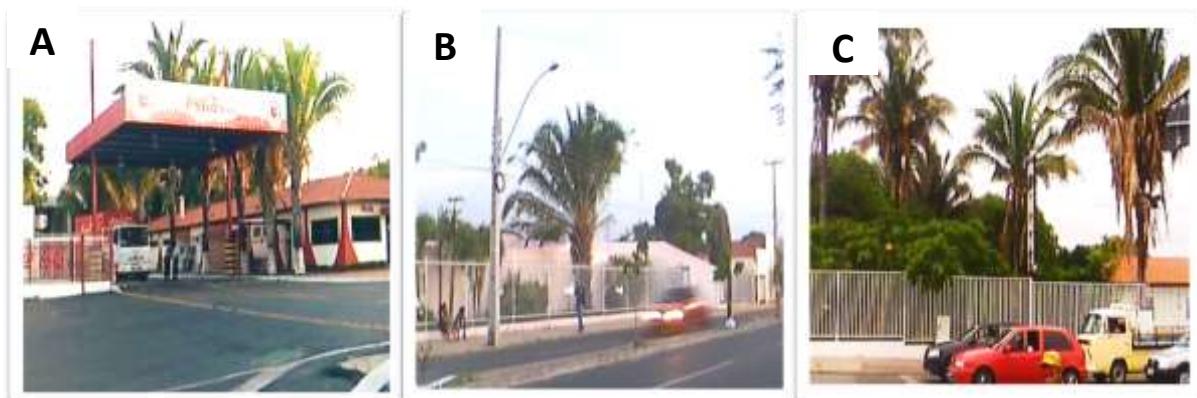
limites urbanos é necessário se desfazer de um determinado espaço construído para dar lugar a outro, que geralmente vem a ser uma construção.

A cidade de Teresina está em crescimento/expansão em vários setores da construção civil, diante disso, foi observado *in locu*, na Avenida Frei Serafim próxima a ponte Ponte Juscelino Kubitschek que liga a mesma a Avenida João XXIII que, uma área do canteiro central dará espaço ao alargamento da avenida no terço onde haverá a construção da terceira pista entre as duas já existentes. Isso resultará na retirada da vegetação presente na área, nesse trecho, como mostrado na (Figura 2) há a presença de várias espécies vegetais nativas e entre elas 2 indivíduos da palmeira babaçu em perfeito estado de conservação, apresentando a área uma paisagem diferente. Devido à obra, os autores dão como solução que as espécies devam ser retiradas pela técnica transplantio e que sejam transplantadas em uma determinada área da cidade, como uma forma de compensação ambiental.

### **Arborização de áreas particulares: Jardins/bosques/faixada de construção**

A Composição da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) na Ornamentação paisagística de um jardim e na calçada uma empresa privada na Rodovia PI – 112 no bairro Socopo na zona leste de Teresina – PI, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Uso da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) na Ornamentação paisagística de áreas particulares de Teresina – PI. A – 7 indivíduos portaria e/ou entrada de Indústrias bairro Real Compagre na zona norte; B – 1 indivíduo canteiro de um jardim de motel na Avenida centenário bairro aeroporto na zona norte; C – 8 indivíduos no jardim de uma empresa no bairro Tabuleta no centro da cidade.



Fonte: Autores, junho de 2014.

## **Rotatória de avenidas**

A palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) também foi amostrada na Ornamentação paisagística em rotatórias entre a Avenida Joaquim Ribeiro com a Avenida Maranhão - bairro São Pedro na zona centro de Teresina. E o babaçu na rotatória do balão da coca cola bairro Real Compagre na zona Norte de Teresina –PI.

## **Presença do babaçu no ambiente natural e na arborização urbana de cidades brasileiras**

Na literatura, principalmente em trabalhos de distribuição geográfica e inventários florestais, muitas pesquisas já foram realizadas sobre a presença do babaçu em matas nativas (LORENZI, et al., 2010; LORENZI, et al., 2012; BERNINI, 2007; CASTRO, 2007; SILVA, 2010; SILVA, 2008; TEXEIRA, 2005; TEIXEIRA, 2008).

Exemplos da distribuição geográfica em ambiente natural podem ser citados como um realizado por Silva (2008) em mapeamento na Bacia do Rio Cocal - TO para identificar na espacialização do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng), nas fisionomias presentes em vegetação natural e em áreas cultivadas (pastagens ou uso agrícola), o local com média maior de densidade por hectare encontra-se em áreas antropizada de capoeira antiga (140,30), roça (100,9) e capoeira nova (97,66) assim como nas pastagens (88,23), com densidade menor nas áreas da mata de galeria nunca desmatada (64). Outro de grande importância foi estudado na Amazônia, lá o babaçu se desenvolve nas áreas mais secas, nas florestas sazonais (semi-deciduais), onde é abundante nas áreas alteradas ou antropizadas, e se destaca nos principais tipos de formações de Floresta Aberta, podendo ser encontradas em conjunto ou separadas, sendo sua ocorrência isolada muito rara. Encontrando-se inserido geralmente em diversas unidades de vegetação e/ou associações vegetais como floresta, capoeira, caatinga, mata aluvial, cerrado, pasto, etc. com densidades que variam de 25 a 200 palmeiras/há (BERNINI, 2007).

O que evidencia a presença do vegetal em vários tipos de ambientes pode ser explicado pelo fato das palmeiras de babaçu possuirem grande poder de invasão nas áreas com cobertura florestal conturbado principalmente quando há o uso do fogo para a “limpeza”, ocupando zonas de florestas e de cerrado e apresentando elevado grau de polimorfismo, sendo ainda resistente ao transporte de exemplares já desenvolvidos (LORENZI, 2010).

As regiões constituintes da zona dos cocais presente em parte do território dos estados do Piauí e do Maranhão, supõem-se que pode ser resultado do processo de recrutamento e sucessão ecológica, devido à maciça concentração de grandes populações encontradas na região atualmente, que seja ainda, reflexo de um intensivo processo de degradação das florestas originais com diferentes finalidades, partindo-se desde a exploração de territórios para pasto e agricultura, quanto ao extrativismo de plantas típicas das florestas presentes na região. O resultado desta degradação deixa evidente que, dentre estas espécies de palmeiras, o babaçu é uma das plantas mais expressivas e eficientes da comunidade pioneira (SANTOS-FILHO, et al., 2013).

Já em relação a distribuição quali-quantitativa do Babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) alguns autores já diagnosticaram a presença da espécie na arborização urbana de cidades brasileiras como: em Goiandira – GO, quatro indivíduos; (PIRES, et al., 2010). Nas cidades do semi-árido do Sertão da Paraíba e Borborema, composto pelas seguintes microrregiões: Patos, Seridó Ocidental, Sousa, Piancó, e Serra, o babaçu foi indicado apenas para uso urbano, na pesquisa não houve quantificação dos indivíduos (LACERDA, et al., 2011). Em Goiânia-GO, com quinze indivíduos. Em Fortaleza - CE, com um indivíduo. Em Lavras – MG, só indicação para uso urbano sem quantificar os indivíduos (ALVES, et al., 2010). Anápolis – GO, no estudo de 20 praças da cidade foi amostrado três indivíduos em praça (SILVA, 2010). Em São Luiz – MA, dois indivíduos na Praça Gonçalves Dias e um na Praça da Pacotilha. Em Campo Grande – MS, com um indivíduo. Outras cidades do Norte e Nordeste também apresentam, no entanto encontrar as fontes de publicação ainda é uma tarefa árdua.

Um caso curioso do uso do babaçu em arborização urbana foi a presença de um indivíduo na cidade de Artur Nogueira em São Paulo na Praça do Coreto no Centro da cidade, para o autor foi uma surpresa a presença do vegetal uma vez que a espécie é típica do cerrado Brasileiro e sobrevivente apenas de clima quente é úmido, sendo vista mais em alguns estados do Nordeste e Norte do país. O histórico da palmeira é que foi adquirida numa feira de mudas e plantada por um morador há trinta anos.

## **O babaçu nas áreas verdes urbanas**

### **Praças**

As praças de Teresina-PI também foram objeto de análise deste trabalho, aí se registrando, a presença de indivíduos da palmeira babaçu e os aspectos mais importantes. Foram amostrados 100 indivíduos distribuídos pelas regiões nas principais praças por bairro da cidade (Tabela 1).

Importante destacar que nas principais Praças do Centro da cidade como a Praça Costa e Silva conhecida como Praça da Cepisa, a Praça Marechal Deodoro da Fonseca - Praça da Bandeira, a Praça João Luiz Ferreira, a Praça Firmina Sobreira, a Praça Pedro II, a Praça Demóstenes Avelino – Praça do Fripisa, a Praça da Vermelha e a Praça Poeta da Costa e Silva não foram amostrados nenhum indivíduo compondo a arborização. A (Figura 2) destaca a presença do babaçu compondo a arborização de algumas praças da cidade como: a Praça Santa Sófia, Praça Manoel Belizário dos Santos, Praça da Rodoviária Lucídio Portela.

**Tabela 1. Principais Praças da cidade de Teresina – PI com presença do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) amostrado por regiões e quantidade de indivíduos.**

| Região        | Nome da praça e Bairro                    | Quantidade de Indivíduos | Total de indivíduos |
|---------------|---|--------------------------|---------------------|
| Centro        | Praça Conselheiro Saraiva                 | 01                       | 09                  |
|               | Praça do Liceu Piauiense                  | 04                       |                     |
|               | Praça da Liberdade                        | 01                       |                     |
|               | Outras praças                             | 03                       |                     |
| Norte         | Praça Ribamar de Castro Lima – Memorarí   | 02                       | 08                  |
|               | Praça do Eucalipto – Acarapi              | 02                       |                     |
|               | Praça Santa Sófia – Mocambinho            | 04                       |                     |
| Sul           | Praça das Palmeiras – Saci                | 20                       | 55                  |
|               | Praça da amizade – Saci                   | 02                       |                     |
|               | Praça do Centro de produção do Saci       | 07                       |                     |
|               | Praça do Promorar – Promorar              | 03                       |                     |
|               | Praça principal do Angelin – Angelin      | 10                       |                     |
|               | Outras praças                             | 13                       |                     |
| Leste         | Praça Manoel Belizário dos Santos- Ininga | 10                       | 25                  |
|               | Outras praças                             | 15                       |                     |
| Sudeste       | Praça do Renascença I                     | 01                       | 03                  |
|               | Praça do Renascença II                    | 02                       |                     |
| <b>TOTAIS</b> | -   | <b>100</b>               | <b>100</b>          |

Fonte. Autores, 2014.

Com relação ás condições fitossanitárias dos indivíduos de babaçu nas praças 60% apresentam-se com avaliação excelente, 33% em boa condição, 7% péssima condição. Os que apresentaram péssima condição estão condicionados a ataque de cupins e pragas. Nenhum apresentou-se como uso inadequado, ou seja, causando algum dano ao local. Todos estão adaptados e bem adequados.

A presença do babaçu é tão comum na cidade que uma praça no bairro Saci na Zona Sul recebeu o nome Praça das Palmeiras, pelo fato de na sua composição vegetal sua presença ser bem evidente (20 indivíduos). A praça em 2012 passou por uma reforma para restauração da estrutura e iluminação dos espaços, para possibilitar uma melhor ambência.

## **Parques**

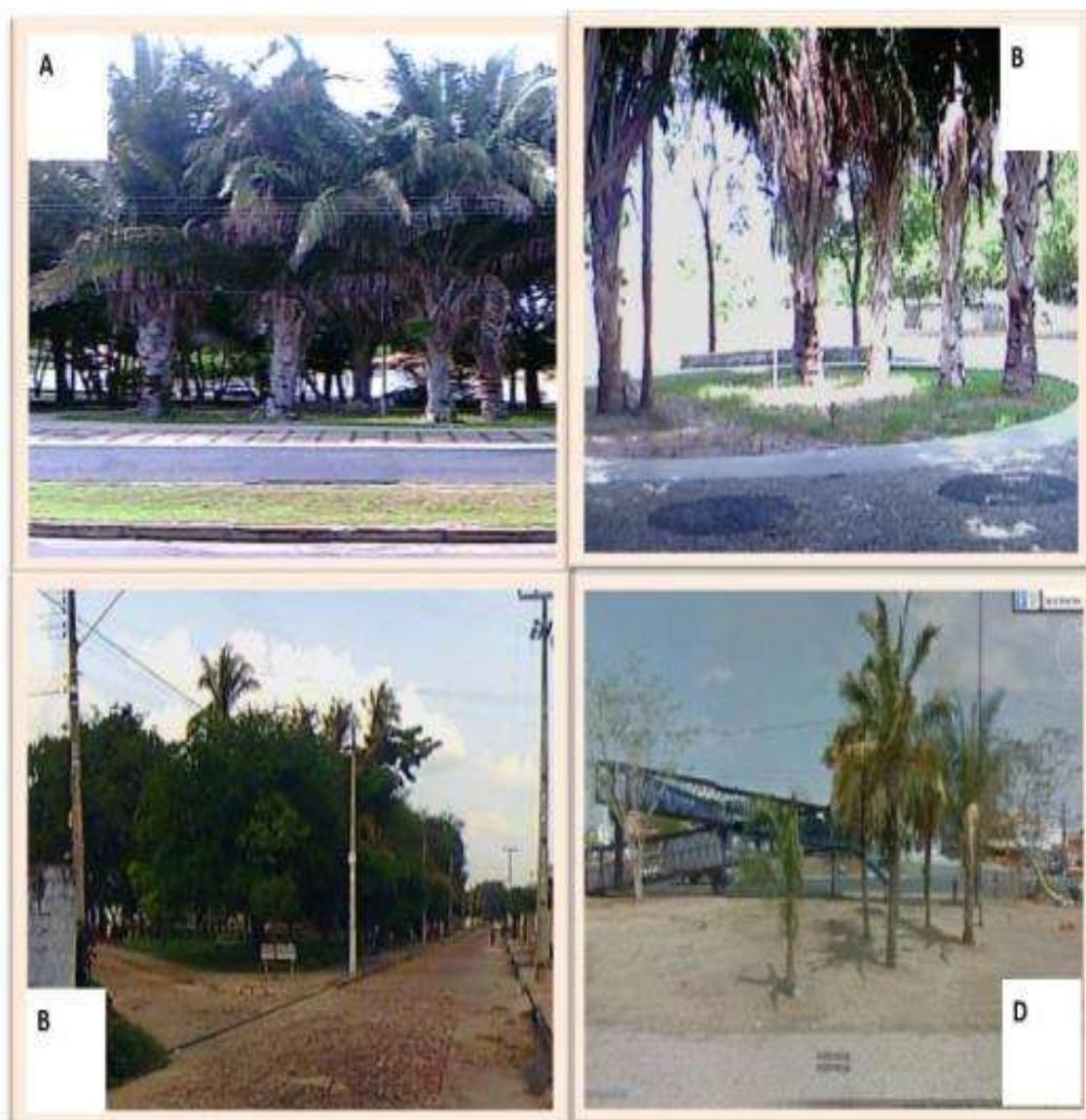
De acordo com Machado (2006), dentro da área urbana de Teresina localizam-se 22 reservas, denominadas "parques ambientais", que juntos constituem uma área verde de 357,5 ha. Nestes parques encontra- se uma grande diversidade de árvores nativas.

Os principais parques da cidade foram visitados e amostrados os indivíduos do babaçu em sua composição, totalizando um total de n=39 indivíduos, entre eles: O parque Ambiental Floresta Fóssil (n=04 indivíduos do babaçu), Parque Encontro dos Rios (n=02 indivíduos do babaçu), Parque Ambiental Zoobotânico (n= 08 indivíduos do babaçu), Parque da Cidade (n= 09 indivíduos do babaçu), Parque Potocabana (n=09 indivíduos do babaçu), Parque Ambiental do Mocambinho – Jardim botânico de Teresina (n=11 indivíduos do babaçu). Nesses parques foram contabilizados apenas os indivíduos de babaçu que compõem as áreas que apresentam-se próximos a construção civil, deixando de fora os que apresentam-se compondo mata de babaçual nativa da área.

Por exemplo, para exemplificar a presença do babaçu, citamos o Parque Ambiental de Teresina que surgiu através do convenio nº. 40/1993, sua inauguração aconteceu em 15 de Agosto de 1994. O Parque Ambiental, destaca-se pela existência de uma rica biodiversidade, detém uma vegetação com muitas espécies do cerrado, algumas já em extinção, tem como objetivos a preservação da natureza ( flora e fauna). Na entrada principal do Jardim Botânico de Teresina, encontram-se dois indivíduos de babaçu sendo cultivados de forma ornamental, percebe-se que há a manutenção no zelo das características estéticas do vegetal com a remoção das folhas velhas. Os dois indivíduos possuem uma placa, demonstrando algumas características peculiares da espécie para uma melhor compreensão do vegetal pelos

visitantes. Além disso, ainda é possível observar que ambos estão numa área calçada, e que possuem um canteiro (Figura 3).

Figura 2. Presença do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) na arborização de praças urbanas. A - Praça Santa Sófia no bairro Mocambinho da Zona Norte; B – presença do babaçu na Praça Santa Sófia com detalhe para a disposição do canteiro para o vegetal. C – presença do babaçu na Praça Manoel Belizário dos Santos no bairro Ininga na Zona Leste. D – presença na Praça da Rodoviária Lucídio Portela na Zona Zul de Teresina – PI.



Fonte: Autores, 2014.

**Figura 3.** Presença do babaçu amostrado no Jardim botânico de Teresina, detalhe do vegetal sendo cultivado como espécie ornamental.



Fonte: Autores, 2014.

### **Mata ciliar**

No caso de indivíduos amostrados em mata ciliar, foram observados indivíduos a margem esquerda da Avenida Maranhão em quase toda sua extensão, distribuído em algumas partes da área que compõe a mata ciliar próximo o Rio Parnaíba. Também há a presença de forma aleatória em quase toda a extensão nas duas margens do Rio Poty em alguns trechos da mata ciliar que circunda a zona urbana, principalmente próximo a Embrapa, ao Parque Zoobotânico. Esses indivíduos não foram contabilizados, pois fazem parte da mata de babaçual nativa, e essas informações servem de embasamento apenas para indicar essa espécie para mais uma categoria de uso urbano a de em mata ciliar, uma vez que os mesmos não apresentam restrição de uso nesse ambiente natural.

### **Outras áreas urbanas da cidade de Teresina - PI onde foi diagnosticado a presença do babaçu em sua composição.**

Foram amostrados alguns indivíduos de babaçu em algumas escolas públicas, em igrejas, cemitérios, empresas particulares, em campo de futebol, em quintais e em universidades. Por exemplo; Em universidades públicas: Universidade Estadual do Piauí-UESPI (dois indivíduos), Universidade Federal do Piauí (quinze indivíduos). Em escolas públicas: U.E Professora Áurea Freire no bairro Saci (um indivíduo), C. E. M. I Professor Moaçir Madeira Campo no Saci (um indivíduo), EJA no Bairro Saci (três indivíduos). Em igrejas: na igreja Nossa Senhora de Lurdes – Vermelha (um indivíduo). Em campo de futebol.

Em condomínios: no Condomínio residêncial kenedy park no bairro socopo (seis indivíduos).

Em cemitério: no cemitério areias na Zona Sul (dois indivíduos).

### **Registro detalhado das características estéticas e funcionais da palmeira babaçu com potencial para uso paisagístico na zona urbana de Teresina-PI.**

A palmeira é detentora de um potencial paisagístico e estético bastante exuberante, várias características morfológicas como; tronco, folhas, inflorescência, infrutescência lhe proporcionam um brilhantismo que podem ser observados até por um leigo. É altamente ornamental fazendo parte da composição florística e da arborização urbana de Teresina-PI.

O estipe da palmeira constitui a parte vital da planta. A bainha abraça o estipe parcialmente e pode persistir ao longo do estipe durante muitos anos, desde que não sejam retiradas, produzindo na planta efeitos vistosos e decorativos, ou ainda desprendem suas folhas facilmente, deixando o estipe limpo, somente marcado pelas cicatrizes destas folhas desprendidas. A disposição das inflorescências do babaçu surge entre as folhas da planta, recebendo o nome de inflorescência interfoliar. As Inflorescências são solitária interfoliar, ereta e estaminada, são chamativas, com flores quase sempre discretas, pequenas de cor amarelada. Os cachos são ornamentais devido ao tipo de frutos, seu formato e cor.

### **Análise das potencialidades paisagísticas da palmeira babaçu.**

Lacerda, (2011) estudou as características das espécies arbóreas identificadas no semiárido paraibano, conforme o porte, a cor e o tamanho da inflorescência, para uso na arborização urbana. Identificando dentre estás espécies o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng), citando as seguintes características para a mesma; Cor do florescimento amarela, tamanho do florescimento pequeno, época de floração 1º e 4º trimestre do ano, ritmo de crescimento lento, frutificação do tipo carnosa e o tamanho da frutificação média. Essas características morfológicas potencializam seu uso na arborização urbana, conforme sua indicação na arborização urbana de ruas e de áreas verdes. Com isto, constata-se que a referida palmeira se adéqua a arborização urbana do Nordeste, adaptando-se aos climas quentes, seja ele seco ou úmido.

**Teste de viabilidade da palmeira babaçu no ambiente urbano, conforme suas características estéticas e funcionais para uso adequado na paisagem urbana.**

Para estudar a possibilidade de utilização do babaçu na paisagem de diferentes ambientes urbanos, foi feito o teste de viabilidade observando o seu crescimento e desenvolvimento. As mudas foram obtidas de uma área de ambiente natural, num estado de crescimento de 50cm a 1m, utilizando-se a técnica de transplantio. As mudas foram plantadas no Pirajá Campus da UESPI no canteiro da entrada do prédio do Geratec - Núcleo Interinstitucional de Estudo e Geração de Novas Tecnologias, pela equipe técnica de jardinagem, no total 8 mudas foram plantas nas covas de forma paralela a passarela dos pedreste como mostra a (Figura 4).

A técnica de transplantio é pouco empregada na arborização urbana, e o procedimento requer o auxílio de profissionais habilitados, são grandes as vantagens e benefícios ao meio urbano: a aquisição da árvore num porte adequado ao plantio, rapidez na implantação de projetos de arborização e paisagismo, reaproveitamento de árvores causadoras de problemas de transito ou retiradas para abertura de novas de vias e árvores com alto potencial ecológico e paisagístico destinados à supressão, em projetos de edificações e novos empreendimentos.

É notório que o vegetal é muito conhecido em estados do nordeste, sendo um dos símbolos naturais do Maranhão. Um exemplo recente da utilização do babaçu em projeto paisagístico ocorreu em Campo Grande onde a prefeitura escolheu plantar onze babaçus no canteiro central de um trecho da Avenida Afonso Pena, que representa a principal via da cidade, para simbolizar sua magnitude, e mudar o visual paisagístico. Segundo Morel, (2011) o processo é um caso inédito porque os babaçus foram adquiridos em tamanho já grande cultivado por uma empresa de paisagismo da cidade, e foram transportados em guindastes, pois as árvores já adultas chegavam a pesar até 20 toneladas, e transplantadas em canteiros pelos técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – SEMADUR.

Figura 4. Teste de viabilidade da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) na Ornamentação paisagística do canteiro na entrada do prédio do GERATEC. Foto A: Plantio das mudas nas covas pela equipe técnica da UESPI. Foto B: Qualidade das mudas após um mês da data do plantio, com detalhe para as mudas que vingaram e as que morreram. Foto C: Estado fitossanitário das mudas após um ano do plantio, com detalhe da vitalidade e das características biológicas do vegetal.



Fonte: Autores, 2014.

Observou-se que na cidade o babaçu é preservado quando possível em vários tipos de ambientes, tanto no natural como nos construídos públicos ou privado, no entanto, a espécie ainda não é utilizada em projetos paisagísticos, pois há resistência na utilização e na valorização dessa espécie nativa regional. É necessário que durante o desenvolvimento de programas de arborização urbana das cidades, seja sempre bem desenvolvido visando na sua

implantação o uso de espécies nativas da própria região, nesse caso, incluído a palmeira babaçu.

O paisagismo urbano hoje é uma área em expansão no Brasil, mas ainda, existe bastante dificuldade na implantação de projetos paisagísticos. No Maranhão o vegetal é uma espécie típica, mas muitos babaçuais vêm sendo destruídos e derrubados para dar espaço a pastos e agricultura. O Babaçu é uma palmeira linda, que pode ser utilizada em jardins, o único cuidado é na hora da implantação, pois ela produz o coco Babaçu, que quando maduro despenca dos cachos e pode vi a provocar acidentes.

Apesar de se ter conhecimento da biologia da espécie em literatura específica sobre o tema, e da presença do mesmo (destacando que é devido ter sido preservado o indivíduo geralmente durante o processo de construção civil, e não de ter sido plantado como é em outras espécies de costume tradicional) na arborização de algumas cidades brasileiras, principalmente as que estão inseridas nas regiões que apresentam a mata de babaçuais, a utilização do vegetal em projetos paisagísticos atuais e inexistente, devido a não valorização do mesmo.

A maior dificuldade na utilização da palmeira no paisagismo urbano se deve na dificuldade na biologia da reprodução do vegetal, principalmente em como conseguir as mudas. A propagação e disseminação da palmeira babaçu são feitas através dos cocos (frutos) que, quando maduros, caem ao solo e são transportados pelas águas, durante as cheias ou por animais roedores, a grandes distâncias (LORENZI, et al., 2010).

De acordo com Silva (2008) em ambiente natural o índice de crescimento do babaçu é fortemente influenciado pela competição e sombra, como em um local como de floresta primária, onde uma plântula de babaçu precisa de cerca de sete anos para produzir a sua primeira folha dividida, e outros 42 anos para que o crescimento vertical de seu caule tenha início, já em sombra em outras condições mais favoráveis, porém, os produtores rurais afirmam que as palmeiras do babaçu chegam à maturidade entre 10 e 20 anos depois da germinação. Diante dessas informações, e que se tem de fato a dimensão da não utilização da palmeira em projetos paisagísticos, dado se prioridade a outras espécies inclusive para as exóticas.

No Paisagismo, espécies nativas e exóticas das mais diferentes classes das plantas ornamentais têm sido utilizadas para compor diversas paisagens propiciando benefícios estéticos e funcionais. Pesquisas direcionadas ao conhecimento de espécies vegetais nas diferentes regiões do Brasil têm sido uma constante entre a comunidade científica brasileira,

cujos resultados enfocam os mais variados usos dos espécimes pesquisados. Especificamente, em relação ao Paisagismo, alguns esforços têm sido despendidos para publicação de listas de plantas, porém os resultados são incipientes diante da diversidade florística cujo potencial de uso múltiplo ainda se tem muito a conhecer.

Nesse sentido, Lacerda, (2011) em sua pesquisa em oito municípios do sertão do Estado da Paraíba, identificou 29 espécies, nativas e exóticas, de porte arbóreo, adaptadas, que possam ser indicadas adequadamente para a arborização urbana, resultando em 21 indicações para arborização de vias públicas, 29 para áreas verdes (parques, praças e jardins) e 07 para mata ciliar. Em Teresina, Piauí Machado, (2006) identificou 48 espécies de árvores nativas, distribuídas em 42 gêneros e 21 famílias botânicas ocorrentes na arborização urbana em parques e praças da cidade de. A participação das árvores nativas na atual situação da arborização urbana de Teresina foi considerada boa, seus resultados demonstraram que a flora nativa presente na arborização de Teresina não se concentra apenas nos parques ambientais, mas tem significativa participação na arborização geral da cidade, principalmente nas praças e canteiros centrais das avenidas. E que, no entanto, são necessários estudos e divulgação das espécies nativas com potencial para uso nas modalidades de arborização da cidade, principalmente para as calçadas laterais, considerando que muitas das espécies avaliadas como potenciais não foram frequentes nos levantamentos realizados ou foram encontradas em locais inadequados.

**Potencial da palmeira babaçu: Indicação para o uso nas diversas modalidades (categorias) de arborização.**

Conforme as características estéticas e funcionais estudadas durante o transcorrer da pesquisa *in loco*, o babaçu é indicado para as seguintes categorias de arborização: ambientes urbanos, arborização de vias públicas e de áreas verdes.

**Áreas verdes exaltando a presença de espécies nativas (babaçu).**

De acordo com as características morfológicas e a viabilidade diagnosticada durante o levantamento da presença do babaçu em áreas verdes dos parques, praças e mata ciliar da zona urbana de Teresina-PI, o vegetal é indicado para compor a vegetação de parques, praças e mata ciliar onde a presença do babaçu é inexistente ou pequena.

### **Possibilidades de melhoria da cidade.**

Diante dos benefícios ambientais diagnosticados nas várias formas de uso na zona urbana de Teresina, bem como do estudo de literaturas específicas, o vegetal possui capacidade de melhoria microclimática, estética e ambiental viabilizada pelo babaçu ao meio ambiente.

### **CONCLUSÕES**

Na arborização urbana da cidade de Teresina foi possível diagnosticar e amostrar através de pesquisa *in loco* 808 indivíduos de babaçu, distribuídos nas regiões Centro, Norte, Sul, Leste e Sudeste onde foi realizado o levantamento. Destes, 708 babaçus presentes em ruas/avenidas e 100 em praças da cidade. O babaçu possui uma boa distribuição na arborização de ruas/avenidas e em parques da zona urbana de Teresina Piauí, apesar da ocorrência em alguns terrenos, casas e locais privados.

A palmeira é detentora de um potencial paisagístico e estético bastante exuberante, várias características morfológicas como; tronco, folhas, inflorescência, infrutescência lhe proporcionam um brilhantismo que podem ser observado até por um leigo. É altamente ornamental fazendo parte da composição florística e da arborização urbana de Teresina-PI. Conforme as características estéticas e funcionais estudadas, percebeu-se o potencial da palmeira babaçu para indicações em diversas categorias de ambientes urbanos, como arborização de vias públicas e diversas áreas verdes (parques, praças e jardins).

Faz-se necessário a realização de mais pesquisas e testes para comprovarem seu uso mais adequado na paisagem urbana, sem riscos de inadequação aos diversos equipamentos urbanos.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, J. A; CARVALHO, D. A. A família Arecaceae (palmeiras) no Município de LAVRAS, MG. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 163-170, abr./jun. 2010.

BERNINI, H; MOURA, A. A. R; BERNARDI, J, V, E. Levantamento fitossociológico da (*Orbignya speciosa*) a partir de técnicas multivariadas para a produção sustentável em resex. **Anais...** VIII congresso de Ecologia do Brasil, setembro de 2007, Camxambu - MG.

**CARVALHO, P.H.R. Espécies arbóreas brasileiras.** Vol. 4. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília. 2010. 644p.

**CASTRO, A. A. J. F. Unidades de planejamento: Uma proposta para o Estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas.** Publi. Avulsas conserv. Ecossistemas, 18:1-28 (set. 2007). Disponível em : <[http://conservacaodeecossistemas.blogspot.com.br/2013\\_04\\_01\\_archive.html](http://conservacaodeecossistemas.blogspot.com.br/2013_04_01_archive.html)>. Acesso em julho de 2015.

**DRANSFIELD, J.; UHL, N.W.; ASMUSSEN, C. B.; BAKER, W. J.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E.** Genera Palmarum: the evolution and classification of palms. **Kew Publishing, Royal Botanical Garden, Londres.** 732p. 2008.

**ISERNHAGEN, I.; BOURLEGAT, J. M. G. CARBONI, M.** Trazendo a riqueza arbórea regional para dentro das cidades: possibilidades, limitações e benefícios. **Revista da Sociedade Brasileira de arborização.** Piracicaba – SP, v.4, n.2, p.117-138, 2009.

**LACERDA, R. M. A; FILHO, J. A. L; SANTOS, R. V.** Indicação de espécies de porte arbóreo para a arborização urbana no semi-árido paraibano. **Revista da Soc. Bras. de Arborização Urbana REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.1, p.51-68, 2011.

**LEAL, L.; BIONDI, D.** Potencial ornamental de espécies nativas. Revista científica de engenharia florestal. **Garça**, n. 08, p. 01.16, 2006.

**LEITMAN, P.; Henderson, A.; Noblick, L. & Martins, R.C.** 2012. **Arecaceae.** In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=26EF6ED855BD4AD15D49428C0AA3FD79>>. Acesso em 27 Jan. 2015.

**LORENZI, H.; Noblick, L.R.; Kahn, F. & Ferreira, E.** **Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras).** Instituto Plantarum, Nova Odessa. 2010. 382p

**MACHADO, R. R. B; MEUNIER, I. M. J; SILVA, J A. A, A; CASTRO, A. J. F.** Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, vol. 1, número 1, 2006.

**MACHADO, R. R. B.** **Diversidade arbóreo-arbustiva da caatinga e cerrado piauienses: uma aplicação ao meio urbano.** (Tese de doutorado em geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2010.

**MOREL, L.** 2011. **Onze palmeiras da espécie babaçu são “transplantadas” em canteiro.** Disponível em: <<http://www.correiodoestado.com.br/noticias/onze-palmeiras-da-especie-babacu-sao-transplantadas-em-canteiro/133412/>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

**MEDEIROS, J. D.** **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies.** Brasília: MMA/SBF, 2011. 532 p.: il. color. (Série Biodiversidade, 43).

**PIRES, N. A. M; MELO, M. S; OLIVEIRA, D. E; SANTOS, S. X.** A arborização urbana do município de Goiandira/GO – Caracterização quali-quantitativa e propostas de manejo. **Revista da Soc. Bras. de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.5, n.3, p.185-205, 2010.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO. S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados**, Brasília-DF, 2008. p. 153-212.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR, E. B.; SOARES, C. J. R. S. COCAIS: ZONA ECOTONAL NATURAL OU ARTIFICIAL? **Revista Equador**, vol.1, nº 1, p. 02 -13. 2013.

SILVA, N. C. **Diagnóstico da arborização de praças do município de Anapólis- Goiás**. In: I Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente. **Anais...** Anapólis- GO. 2010.

SILVA, M. R. **Levantamento sistemático de babaçu (*Attalea speciosa* MART. ex SPRENG.) na bacia do rio Cocal, Tocantins**. In: II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. 2008. **Parla Mundi, Anais...** Brasília - DF. 2008.

SILVA, L. S. **A importância do babaçu (*Atallea speciosa* Mart. ex spreng.) no processo sucesional em áreas agrícolas no sudeste do Estado do Pará**. 41p. (Dissertação de Mestrado em agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. 2008.

SOUZA, V. C.; NALON, C.F.; TONON, D. Árvores e palmeiras do Jardim Botânico Municipal Prefeito Carrol Meneghel, Americana (SP). **REVSBAU**, v.8, n.1, p.100-111, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2a.. ed. Instituto Plantarum, 2008.

TEIXEIRA, M. A (2005). Heat and power demands in babassu palm oil extraction industry in Brazil. **Energy Convers Manag.** v.46(13–14): pag. 2068-2074. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890404002614>>. Acesso em: junho de 2015.

TEIXEIRA, M. A (2008). Babassu – a new approach for an ancient Brazilian biomass. **Biomass Bioenergy**. v. 32, Issue (9). pag. 857-864. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953407002401?np=y>>. Acesso em junho de 2015.

---

## PLANÍCIE COSTEIRA DO ESTADO DO PIAUÍ: MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE PAISAGEM, USO E COBERTURA DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Roneide dos Santos SOUSA

Programa de Pós-graduação em Geografia, PPGEO/UFPI

---

O estado do Piauí apresenta uma linha de costa de apenas 66 km, e apesar de sua pequena extensão, não é possível classificar a região costeira piauiense como um ambiente de paisagens homogêneas, devida a sua considerável diversidade natural de ecossistemas. A paisagem natural piauiense vem durante décadas sendo transformada como resultado da ocupação desordenada e de intensas atividades antrópicas, muitas vezes sem a preocupação com o estado ambiental da paisagem natural. Estas modificações na estrutura física natural do ambiente causam efeitos irreversíveis a dinâmica da paisagem, o que demanda a elaboração de planos de manejo e uso, a fim de que se busque a exploração dos recursos de forma sustentável. Desta forma, a pesquisa tem por objetivo geral analisar a dinâmica da paisagem natural e antrópica da planície costeira do estado do Piauí, bem como mapear sua vulnerabilidade ambiental, a fim de fornecer subsídios ao planejamento da região. Para tanto, a pesquisa foi dividida em três capítulos: o primeiro capítulo trata do mapeamento das unidades de paisagem da planície costeira piauiense por meio da integração de dados do meio físico, sendo estes dados: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e climáticos, buscando uma síntese das informações e posterior identificação das unidades. O segundo capítulo trata do mapeamento do uso e cobertura da terra da planície costeira piauiense em duas datas distintas (1999 e 2013), e da análise de sua dinâmica a partir da sobreposição das duas datas consideradas. E por fim, o terceiro capítulo trata do estudo da vulnerabilidade ambiental por meio da relação das unidades de paisagem identificadas no primeiro capítulo, frente as diversas pressões antrópicas existentes na região durante o período considerado. As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas neste trabalho foram manipuladas em dois softwares proprietários: ArcGIS 10.1 e ENVI 4.7. No contexto dos produtos de sensoriamento remoto, foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT- ETM7 e LANDSAT- OLI8. As técnicas de geoprocessamento foram úteis tanto no mapeamento das unidades de paisagem quanto no mapeamento da vulnerabilidade ambiental da planície costeira piauiense. Das técnicas de sensoriamento remoto, fez-se uso de métodos de interpretação visual, comportamento espectral de alvos, correção geométrica e radiométrica, e classificação supervisionada. Por fim, o mapeamento da vulnerabilidade ambiental foi realizado por meio do cruzamento dos dados do meio físico (Geologia, Geomorfologia e Pedologia), resultados do primeiro capítulo, com os dados de uso e cobertura da terra para o ano de 2013, resultado do segundo capítulo. No primeiro capítulo foram identificadas 9 unidades de paisagem presentes na planície costeira piauiense, sendo elas: Cordão arenoso, Campo de dunas móveis, Planície e terraço fluvial, Planície flúvio marinha, Tabuleiros, Paleodunas, Terraço marinho, Planície e

terraço flúvio lacustre, e Planície de deflação eólica. No mapeamento do uso e cobertura da terra foram identificadas 11 classes, sendo elas: área urbana, corpo d'água, área úmida, cordão arenoso, dunas móveis, vegetação de mangue, pasto limpo, pasto sujo, vegetação de várzea associado a carnaúbas, vegetação arbustiva densa e vegetação de caatinga aberta. Quanto ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental foram obtidas 5 classes, assim identificadas: Estável; Moderadamente Estável; Medianamente Estável/Vulnerável; Moderadamente Vulnerável e Vulnerável. Por fim, pode-se afirmar que os dados e técnicas utilizados no presente trabalho contribuem com a caracterização dos sistemas deposicionais, possibilitando não só a distinção entre eles, mas também o reconhecimento de variações dentro de um mesmo sistema, como resposta da sua dinâmica de sedimentação e erosão. Além disso, os resultados do trabalho mostram o quanto imprescindível é o monitoramento da evolução da dinâmica costeira, por meio da comparação entre séries de imagens temporais.

**Palavras-Chave:** Unidades de Paisagens. Uso e Ocupação da Terra. Vulnerabilidade Ambiental.

**SOUSA, Roneide dos Santos. Planície Costeira do Estado do Piauí: Mapeamento das Unidades de Paisagem, Uso e Cobertura da Terra e Vulnerabilidade Ambiental.** 2013. Teresina: Dissertação de Mestrado em Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia, PPGEO/UFPI, 2013

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Gustavo Souza Valladares

---

## UMA LEITURA CLÁSSICA DO “ESPAÇO DO CIDADÃO” NA DEMOCRACIA

Tácio José Natal **RAPOSO**

Mestre em Educação pela Universidad de Alcalá e mestre em Geografia pela Universidade Federal de Roraima  
tacior1@yahoo.com.br  
<http://lattes.cnpq.br/2884473533793813>

Elói Martins **SENHORAS**

Doutor em Ciências e post-doc em Ciências Jurídicas. Docente de cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Roraima. Departamento de Relações Internacionais.  
eloisenhoras@gmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/5667363480329882>

---

A importância da vida e da obra de Milton Santos extrapola as fronteiras brasileiras e sul americanas justamente pelo amplo reconhecimento internacional de seu esforço científico, acadêmico e também de cidadania para construir um pensamento crítico sobre as relações do homem no espaço que fora forjado em bases humanistas e éticas, razão pela qual ele tenha sido reconhecido ao longo do século XX como um dos mais destacados epistemólogos das Ciências Geográficas.

Contando com 40 livros e cerca de trezentos artigos publicados em revistas científicas no Brasil e no exterior, Milton Santos não apenas inaugurou uma nova vertente crítica do pensamento científico com ampla influência acadêmica, a Geografia Nova, mas também foi amplamente reconhecido em vida por meio de 15 títulos de Doutor Honoris Causa e de vários prêmios e honrarias, incluído o *Prêmio Internacional Vautrin Lud*, considerado o Nobel da Geografia.

A numerosa e complexa obra legada por Milton Santos possui diferentes fases, paradigmas científicos e marcos de teorização que contribuíram para a conformação de distintas leituras críticas sobre ontologia e a fenomenologia das relações humanas no espaço, embora, sempre compartilhando entre si o mesmo objetivo finalístico de fomento epistemológico a uma geografia cidadã (ELIAS, 2002).

Tomando como referência o livro “O espaço do cidadão”, publicado inicialmente em 1987 em um contexto de redemocratização brasileira, procura-se mostrar este texto

miltosantiano como uma obra clássica que oportuniza uma reflexão profunda sobre o que é ser cidadão, justamente na estrutural crise da democracia representativa no mundo, inclusive no Brasil em função das conjunturais instabilidades sociopolíticas difundidas por mobilizações sociais desde o ano de 2013.

A obra surge em um contexto de reflexão sobre a redemocratização do país no qual o autor demonstra bem que a luta pela democracia não é simples, mas antes, tortuoso frente ao campo de poder consubstanciado assimetricamente pelo sistema conjugado por forças de verticalidade e horizontalidade, razão pela qual a cidadania não se esgota com a promulgação de uma nova Constituição e a definição de uma democracia representativa.

A obra aponta para um problema estrutural no país de dependência no qual os modelos políticos e cívicos são passivos como instrumentais do modelo econômico, definido internacionalmente como verticalidade, num perverso processo de manipulação das massas onde estas são despertadas para a necessidade, o interesse, a vantagem de ampliação do consumo, mas não para o exercício da cidadania.

A visão clássica do livro evidencia que só existe uma democracia verdadeira, quando o modelo econômico é subordinado ao modelo cívico, demonstrando que o fortalecimento das horizontalidades de uma democracia deliberativa, alicerçada na participação social, se faz como condição *sine qua non* para a superação de um sistema assimétricos dinamizado inicialmente por verticalidades internacionais de natureza econômica e em seguida por verticalidades políticas.

Com base em uma leitura de que as ciências geográficas apresentam, tanto, um discurso descritivo, quanto, um discurso normativo, o livro “O espaço do cidadão”, foi estruturado em treze capítulos que objetivam não apenas mostrar os problemas estruturais que regem a democracia no país, mas principalmente prescrever que a *cidadania* deve ser uma condição determinante da *política* e anterior à *economia* por meio de um processo sócio construtivista fundamentado na cultura e no espaço.

A análise construída transversalmente ao longo dos treze capítulos fundamenta-se em uma concepção de ciência geográfica que, tanto, descreve criticamente, sob uma leitura neomarxista, quais são os problemas estruturais do funcionamento sócio espacial, quanto, prescreve subsídios normativos para se repensar o seu adequado fundamento com fundamentação no fortalecimento da cidadania.

Por um lado, o livro descreve ao longo de todos os capítulos os principais problemas e dilemas estruturais de um sistema internacional e assimétrico de verticalidades econômicas

que repercutem nacionalmente na determinação das concepções ideológicas e conceituais dos modelos políticos verticais, inclusive se difundindo nos modelos cínicos horizontais.

Por outro lado, a obra, prescreve uma leitura crítica para se avançar na construção do espaço da cidadania, tomando como núcleo ontológico a passagem de um padrão de democracia representativa permeado pelas lógicas do elitismo no modelo político e do consumismo no modelo econômico em direção a um padrão de democracia deliberativa por meio da construção de um modelo cívico no qual se valoriza a lógica do pluralismo de diferentes valores e maior participação do cidadão nas decisões.

Na dimensão descritiva, os capítulos do livro apresentam uma clara visualização sobre as razões estruturais da consolidação das tendências de homogeneização dos espaços sem valores de cidadania sincrônica às tendências de heterogeneização espacial de instituições ou serviços públicos que seletivamente acabam hierarquizando o grau de acessibilidade dos cidadãos.

Parte-se da premissa de que o sistema capitalista e os diferentes discursos econômicos construídos em razão das transformações da divisão social do trabalho são caracterizados pela leitura crítica de Milton Santos como os responsáveis pela atrofia da cidadania, seja nos momentos positivos dos ciclos econômicos, quando o consumo se torna um fim em si mesmo e o cidadão se torna um mero consumidor, seja, nos momentos negativos dos ciclos econômicos, quando surgem retrocessos e cortes em temas de conquistas sociais e políticas a fim de se ajustar a economia nacional.

Em um contexto estrutural de mutilação dos direitos civis e políticos, o indivíduo se converte de cidadão imperfeito a consumidor mais que perfeito, promovendo um grande impacto negativo da cultura do consumo na vida coletiva e na formação do caráter de cada pessoa, razão pela qual o espaço vivido passa a ser marcado por enorme desigualdades e injustiças, constituindo-se, em um espaço sem cidadãos.

O espaço sem cidadãos se constrói como fenômeno não apenas devido à difusão da cultura do consumidor, onde prevalece a alienação da moda, a especulação imobiliária e a construção de templos modernos (shopping centers e os supermercados), mas também, em razão de um processo esvaziamento dos espaços de cidadania, no qual a cultura da cidadania se dilui diante da falta de recursos humanos e equipamentos em hospitais, postos de saúde, escolas, ou, em órgãos de atendimento ao cidadão.

Na dimensão normativa, os capítulos do livro prescrevem que a desalienação é um processo natural em um sistema econômico assimétrico, justamente por existirem momentos

de crise nos ciclos econômicos que forçam a reflexão social e por conseguinte impõem incrementais processos de mudança comportamental e de formação do capital social local com base em novas estratégias e lógicas que não necessariamente obedecem às tradicionais verticalidades econômicas.

Observa-se nesta leitura neomarxista, uma clara leitura de geografia crítica fundamentada na dialética, embora, com uma natureza normativa ligada à uma concepção democrática que busca novos valores sem ser golpista, na qual a democracia deliberativa se estrutura por meio de participação social em função das especificidades do espaço e da cultura que acabam se manifestando na formação de capital social.

Embora a obra apresente uma leitura descritiva neomarxista sobre a relação fragmentada do espaço e da cidadania, ela traz uma distinta visão prescritiva de mudança de paradigmas em relação à leitura marxista tradicional, fundamentando-se em uma leitura normativa neoinstitucional do espaço, na qual os indivíduos, suas organizações e suas culturas importam na construção de alternativas justamente por trazerem consigo as experiências de culturas populares e espaços vividos, os quais se coadunam na formação de capital social.

A mudança de paradigma fundamentada em um modelo cívico de democracia deliberativa com valorização da cidadania ativa em detrimento de um modelo político-econômico de democracia representativa com cidadania passiva é vista na obra de Milton Santos não como um processo fácil ou linear, mas antes, um processo vivo e dinâmico permeado por conflitos entre diferentes culturas e espaços próprios de uma geografia assimétrica da cidadania, muito próximo à concepção dialógica do espaço público como espaço comunicacional de Habermas (1984).

Com base nestas discussões, observa-se que a construção de uma cidadania baseada em princípios de solidariedade, liberdade, de personalidade ativa dentro de um projeto social compreende que o exercício da cidadania não é uma conquista individual e tão pouco se esgota na mera confecção de uma ou outra lei, trata-se de um processo vivo e dinâmico demandante de constantes ampliações das arenas de democracia deliberativa em que haja a possibilidade de construção de uma cidadania ativa ligada à sua realidade geográfica de cultura popular e espaço vivido.

Conclui-se que a obra oferece uma leitura agradável e instrutiva, sendo amplamente recomendada como um livro clássico, tanto, para o público geral que objetiva fomentar um modelo cívico e participativo de democracia, quanto, para o público especializado de cursos de graduação e pós-graduação que objetiva compreender as contribuições de um intelectual às

Ciências Geográficas e porque elas continuam possuindo uma natureza assincrônica de resposta e militância normativa em prol da sócio construção espacial da cidadania.

## **REFERÊNCIAS**

- ELIAS, Denise. "Milton Santos: a construção da geografia cidadã".**Revista Scripta Nova**, vol. VI, n. 124, 2002.
- HABERMAS, Jürgen. **The theory of communicative action**. vol 1. Boston: Beacon Press, 1984.
- SANTOS, Milton. **O Espaço do Cidadão**. São Paulo: Editora Nobel, 1987.